# Bodeneingriff der Bundesinfrastrukturprojekte auf die Fruchtfolgeflächen

**Schlussbericht** 

Balz R. Bodenmann Alexandra Zeiler Breogan Sanchez



Quellen Titelbild: swisstopo (Orthophoto, swissTLM3D), ARE (Bauzonen, Fruchtfolgeflächen)

## Impressum

Schlussbericht Titel:

Betreff: Bodeneingriff der Bundesinfrastrukturen auf die Fruchtfolgeflächen

Datei: are\_fff1-3\_schlussbericht\_v12.docx

07.01.2015 16:53 Speicherdatum:

Seitenzahl: 43 (Bericht)

Projektleitung: Dr. Balz R. Bodenmann

> Alexandra Zeiler **Breogan Sanchez**

Auftragnehmer: Bundesamt für Raumentwicklung

Begleitgruppe: Bundesamt für Raumentwicklung:

Laëtitia Béziane (Phasen II-III)

Lena Poschet (Phasen II-III)

Elisabeth Clément Yves Maurer (Phase III) Dyonis Bressoud (Phase I) Martin Tschopp (Phase I)

Anne-Marie Betticher (Phase I)

Bundesamt für Strassen:

Jörg Häberli

Bundesamt für Verkehr:

Frédéric Barman (Phasen II-III) Laëtitia Béziane (Phase I)

Kontakt: Balz R. Bodenmann, bbodenmann@regioconcept.ch, 071 351 10 89

regioConcept AG, Postfach 1112, Schmiedgasse 33, 9102 Herisau

2

# Inhaltsverzeichnis

1	Zusammenfassung	5
2	Ausgangslage / Auftrag	7
3	Datengrundlagen	9
3.1	Ausgeschiedene Fruchtfolgeflächen	9
3.2	Bestehende Nationalstrassen-Infrastrukturen	9
3.3	Zukünftige Nationalstrassen-Infrastrukturen	10
3.4	Bestehende Schienen-Infrastrukturen	10
3.5	Zukünftige Schienen-Infrastrukturen	11
3.6	Potentielle Fruchtfolgeflächen	11
4	Vorgehen	13
4.1	Aufbereitung Grundlagen	13
4.2	Entwurf einer Methode	14
4.3	Schätzung relevanter Parameter	14
4.4	Überprüfung der Parameter im Feld	14
5	Entwickelte Methodik und Tools	16
5.1	Vorbereitung der benötigten Input-Infrastrukturen	16
5.2	Bestehende Strassen-Infrastrukturen	18
5.3	Bestehende Schienen-Infrastrukturen	19
5.4	Potentielle Fruchtfolgeflächen	21
5.5	Methodik: FFF-Beanspruchung seit 1992	23
5.6	Methodik: FFF-Beanspruchung in Zukunft	24
6	Resultate	28
6.1	Resultierende Beanspruchungen	28
6.2	Unsicherheiten	32
7	Fazit	36
8	Literatur	38



## 1 Zusammenfassung

Das Bundesamt für Raumentwicklung (ARE) benötigt eine Methode um eine zuverlässige wie auch robuste Grössenordnung, der durch (lineare) nationale Infrastrukturanlagen direkt oder indirekt beanspruchten Fruchtfolgeflächen (FFF) bestimmen zu können. Diese wurde innerhalb der ersten Projektphase in Hinblick auf die folgenden Hauptaufgabe entwickelt:

- 1. Abschätzung der Gesamtfläche der FFF, welche zwischen 1992 und 2012 durch realisierte Projekte beansprucht wurden.
- 2. Abschätzung der Gesamtfläche der FFF, welche durch zukünftige Infrastrukturprojekte beansprucht werden.

Zudem soll selbstverständlich die Aktualisierung der geschätzten beanspruchten Fruchtfolgeflächen (z.B. aufgrund von Neubauprojekten) bei Bedarf nachgeführt werden können.

Um die Ziele des ARE zu erreichen, werden zwei Methoden entwickelt. Eine zur Abschätzung der zwischen 1992 und 2012 beanspruchten FFF und eine zur Abschätzung der durch zukünftige Projekte beanspruchten FFF.

In den digital verfügbaren ausgeschiedenen Fruchtfolgeflächen sind realisierte Infrastrukturen in der Regel bereits ausgespart. Um den Stand der FFF 1992 abbilden zu können, müssen Hilfsflächen geschätzt werden. Diese als *potentielle FFF* bezeichneten Flächen umfassen alle Flächen, welche aufgrund der vorhandenen Informationen als Fruchtfolgeflächen ausgeschieden werden könnten: flache Gebiete in geeigneter Klimazone, aber ohne Bauzonen, Wälder und Gewässer. Oft sind 80 - 90% dieser Flächen auch tatsächlich ausgeschiedene Fruchtfolgeflächen. Die digitalen, georeferenzierten Infrastrukturen werden flächenhaft dargestellt und die Schnittmenge zwischen den Infrastrukturanlagen und den potentiellen FFF in einem Geographischen Informationssystem (GIS) berechnet. Unter Berücksichtigung des Anteils der effektiv ausgeschiedenen Fruchtfolgeflächen in den einzelnen Infrastruktur-Abschnitten kann anschliessend die Beanspruchung der FFF abgeschätzt werden.<sup>1</sup>

Für zukünftige Projekte ist die Berechnung wesentlich einfacher. Hierzu wird die Linienführung, bzw. die entsprechende Fläche, mit den ausgeschiedenen Fruchtfolgeflächen im GIS verglichen und die Schnittmenge gebildet.

Die entwickelten Methoden wurden in zwei auf ArcGIS<sup>2</sup> basierte Tools übertragen und deren In- und Outputs sowie Funktionalitäten beschrieben. Die Tools benötigen keine ArcGIS-Erweiterungen und können somit in der ArcGIS Desktop Basisversion (ArcView/ArcEditor/ArcInfo) durchgeführt werden.

Die Abschätzungen mit den entwickelten Tools sind einfach durchführbar und in Bezug auf ihren Input wie Daten und Parameter flexibel. Unsicherheiten liegen bei den zwischen 1992 und 2012 realisierten

5

regioConcept AG, Herisau

-

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> Abgesehen von den heute verfügbaren GIS-Daten und den verbesserten technischen Hilfsmitteln, entspricht die Berechnungsart im Wesentlichen derjenigen von Liener (2001). Im Arbeitsmodul 4 zum Sachplan Fruchtfolgeflächen FFF wurde damals die bisherige FFF-Beanspruchung durch den Bund anhand ExpertenInterviews geschätzt.

<sup>&</sup>lt;sup>2</sup> GIS-Software der Firma ESRI (http://www.esri.ch/)

Infrastrukturprojekten, vor allem in den 1992 potentiell vorhandenen FFF sowie der Zuverlässigkeit der Informationen zu den Infrastrukturen. Weitere Unsicherheiten sind abhängig von den benötigten Parametern, wie z.B. den zu berücksichtigten Strassenabschnitten (Brücken, Tunnels, etc.) und dem mittleren Abstand zwischen einer Infrastruktur und einer FFF. Bei der Schätzung der zukünftigen Beanspruchung treten Unsicherheiten bezüglich der Schätzung über das Vorkommen und die Grösse von Strassen-Nebenanlagen auf. Die Annahme, dass die Nebenanlagen gleichmässig entlang der Hauptinfrastruktur auftreten, ist zudem vereinfacht. Eine weitere Quelle für Unsicherheiten liegt in der Abschätzung der Korridorbreite zwischen einer Infrastruktur und dem unbeeinflusstem Boden. Durch die Anpassung der Input-Parameter können jedoch verschiedene Lösungsvarianten überprüft und einander gegenübergestellt werden.

Die in diesem Bericht vorgeschlagene Methode sowie die Parameter zur Schätzung der beanspruchten Fläche der einzelnen Infrastrukturtypen wurde anhand von georeferenzierten Luftbildern, den von den Kantonen erhobenen GIS-Daten der ausgeschiedenen Fruchtfolgeflächen sowie einer Begehung verschiedener Beispiel-Infrastrukturen im Feld überprüft.

Anhand der entwickelten Tools wurden in der zweiten und dritten Projektphase die Abschätzungen zu den bisherigen sowie zukünftigen FFF-Beanspruchungen durchgeführt. Die Liste der zu berücksichtigenden Projekte als auch die entsprechenden Grundlagedaten wurden in Zusammenarbeit mit dem Bundesamt für Raumentwicklung (ARE), dem Bundesamt für Verkehr (BAV) sowie dem Bundesamt für Strassen (ASTRA) festgelegt und zusammengetragen.

Die Abschätzungen zeigen eine FFF-Beanspruchung von 563 ha durch realisierte (zw. 1992 und 2012) und 49 ha durch geplante Nationalstrassenprojekte. Durch realisierte nationale Schienenprojekte wurde eine FFF-Beanspruchung von 50 ha und für geplante Schienenbauvorhaben von 30 ha unter Verwendung der entwickelten Tools geschätzt. Ein grober Gegenüberstellung der gesamten Entwicklung innerhalb der FFF anhand der Arealstatistik 1992/97 und 2004/09 zeigt, dass Autobahnen und vor allem Bahninfrastrukturen einen eher geringen Anteil der FFF-Beanspruchung ausmachten, kantonale und kommunale Strassenprojekte sowie neues Gebäudeareal hatten indes eine wesentlich grössere FFF-Beanspruchung zur Folge.

## 2 Ausgangslage / Auftrag

"Als sogenannte Fruchtfolgeflächen (FFF) bezeichnet man das qualitativ bestgeeignete ackerfähige Kulturland. Dieses soll vor Überbauung geschützt werden und der langfristigen Versorgungssicherung erhalten bleiben. Die Fruchtfolgeflächen machen rund 40 % der gesamten landwirtschaftlichen Nutzfläche (LN) der Schweiz aus. Die LN beinhaltet im Gegensatz zur Landwirtschaftsfläche gemäss Arealstatistik keine alpwirtschaftlich genutzten Flächen.

Der 1992 in Kraft getretene Sachplan Fruchtfolgeflächen (FFF) hat den Mindestumfang der FFF und deren Aufteilung auf die Kantone festgesetzt (Sachplan Fruchtfolgeflächen, 1992). Die Interessenabwägung bei Vorhaben von nationalem Interesse ist in der Vergangenheit jedoch oft zu Ungunsten der FFF ausgefallen (Sachplan Fruchtfolgeflächen – Vollzugshilfe 2006, 2006). Um ihrer Aufgabe der Kontrolle des FFF-Bestandes gerecht zu werden, benötigt das Bundesamt für Raumentwicklung (ARE) eine Abschätzung der FFF-Beanspruchung einerseits durch realisierte und andererseits durch geplante nationale Infrastrukturen. Als Folge des "Aussprachepapiers zum Schutz des Kulturlandes: Auslegeordnung und Handlungsbedarf" (EVD, 2011) wurde ein Auftrag zur Untersuchung des bisherigen und zukünftigen Verbrauchs von Fruchtfolgeflächen ausgeschrieben.

Das Projekt wurde in drei Etappen unterteilt.

- 1. Entwickeln einer Methode, welche die Abschätzung der FFF-Beanspruchung durch nationale Strassen und Schienenprojekte erlaubt.
- 2. Anwendung der Methoden zur Abschätzung der beanspruchten FFF zwischen 1992 und 2012
- 3. Anwendung der Methoden zur Abschätzung der FFF-Beanspruchung durch geplante Projekte

Die in Phase 1 zu entwickelnde Methode soll zwischen verschiedenen nationalen Infrastrukturen unterscheiden. Zudem sollen Annahmen zu den Infrastrukturen sowie über die verwendeten Parameter variiert werden können.

Für die Weiterverwendung der Methode muss diese funktionell und einfach anwendbar in einem elektronischen Tool zur Verfügung gestellt werden.

Die Hauptaufgabe, welche die entwickelte Methode erfüllen muss, ist die Ermöglichung der Überprüfung der folgenden drei Ziele:

- 1. Abschätzung der gesamten Fruchtfolgeflächen, welche zwischen 1992 und 2012 durch realisierte Projekte beansprucht wurden.
- 2. Abschätzung der gesamten Fruchtfolgeflächen, welche durch zukünftige Infrastrukturprojekte beansprucht werden.
- 3. Aktualisierung der geschätzten betroffenen Fruchtfolgeflächen aufgrund von neu zu berücksichtigenden Neubauprojekten.

Die notwendigen Daten wurden von den involvierten Bundesämtern ARE, ASTRA und Bundesamt für Verkehr (BAV) zur Verfügung gestellt. Darauf aufbauend wurde in der ersten Phase des Projektes eine

7

Methodik zur Schätzung der betroffenen Fruchtfolgeflächen nach Infrastrukturtyp entwickelt, notwendige Parameter geschätzt und in einem elektronischen Tool umgesetzt werden. Bei der Entwicklung des Tools wurde auf die folgenden Anforderungen Rücksicht genommen:

- eine einfache Handhabbarkeit,
- eine einfache verständliche Anleitung und Hilfestellung,
- die Nachführbarkeit und
- ein möglichst grosses Mass an Flexibilität.

Die einfache Handhabbarkeit soll sich dadurch auszeichnen, dass keine speziellen Vorkenntnisse an den Benutzer gestellt werden, das Tool grundsätzlich möglichst intuitiv bedienbar ist und damit eine grösstmögliche Benutzerfreundlichkeit geschaffen wird. Eine einfache und verständliche Anleitung soll es erlauben, einen Benutzer Schritt für Schritt durch das entwickelte Tool zu führen und dabei auch auf die Aufbereitung allfälliger Input-Daten eingehen. Flexibilität und Nachführbarkeit bedeuten in diesem Fall, dass sowohl die Input-Files, als auch die Input-Parameter einfach geändert und angepasst werden können sowie das Modell an sich bei Bedarf geändert werden kann. Diese Flexibilität soll es erlauben, verschiedene Lösungsvarianten zu testen und einander gegenüberzustellen.

In den Phasen 2 und 3 wurde die für die Abschätzung zu berücksichtigenden Infrastrukturprojekte definiert und mit Hilfe des entwickelten Tools die bisherige sowie zukünftige FFF-Beanspruchung durch nationale Schienen- und Strassenbauvorhaben abgeschätzt.

Da die Datenlage keine exakte Bestimmung der Beanspruchung zulässt, soll die Robustheit bzw. der Fehler der Abschätzung quantifiziert werden.

Zusätzlich zu diesem Schlussbericht zu den Projektphasen 1-3 werden dem ARE zwei Tools in ArcGIS sowie ein entsprechendes Handbuch zur Verfügung gestellt.

## 3 Datengrundlagen

### 3.1 Ausgeschiedene Fruchtfolgeflächen

Die ausgeschiedenen FFF aus den kantonalen Inventaren der gesamten Schweiz wurden vom ARE als harmonisierte Geodaten zur Verfügung gestellt. Die Flächen entsprechen mindestens dem Kontingent (Mindestumfang) der einzelnen Kantone gemäss Sachplan Fruchtfolgeflächen. Da die gelieferten Daten topologische Unstimmigkeiten aufwiesen, mussten diese für die Weiterverwendung bereinigt werden - dies ist insbesondere bei einer allfälligen Nachführung zu beachten. Konkret wurden inkorrekte Ringanordnung, Selbstüberschneidungen, Überlappungen von Fruchtfolgeflächen sowie doppelte Flächen korrigiert.

Der Datensatz setzt sich aus 26 Quellen mit unterschiedlichen Qualitäten und Erhebungsmethoden zusammensetzt. Dadurch entstehende kantonale Unterschiede können im weiteren Vorgehen nicht weiter berücksichtigt werden. Bei einem Vergleich zwischen Kantonen sollte dieser Tatsache jedoch Rechnung getragen werden.

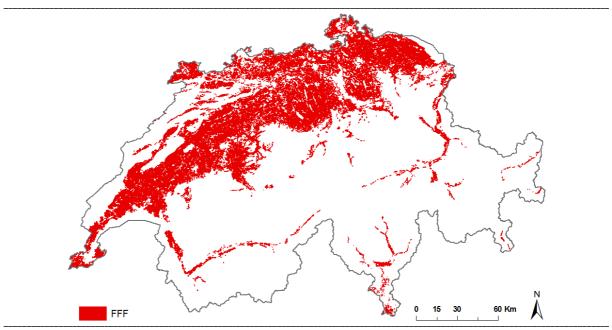


Abb. 1 Ausgeschiedene Fruchtfolgeflächen (FFF) in den kantonalen Inventaren

#### 3.2 Bestehende Nationalstrassen-Infrastrukturen

Die digitalen, georeferenzierten Infrastrukturen sowie die anliegenden Anlagen (Inventarobjekte gemäss MISTRA) der Nationalstrassen wurden aus dem MISTRA exportiert. Insgesamt handelt es sich dabei um 11'862 punktuelle, lineare oder flächenhafte Objekte.

Um die zwischen 1992 und 2012 neu gebauten Strassenabschnitte identifizieren zu können, wird das Strassennetz des Nationalen Personenverkehrsmodell (NPVM) (ARE, 2010) verwendet, da dieses Informationen über das Eröffnungsjahr beinhaltet.

Aufgrund der Datenlage wurden nur Neubauprojekte berücksichtigt.

#### 3.3 Zukünftige Nationalstrassen-Infrastrukturen

Innerhalb der Begleitgruppe wurde entschieden, dass die finanzierten Projekte aus der "2. Programmbotschaft Engpassbeseitigung"<sup>3</sup> der Module 1 und 2 berücksichtigt werden. Eine Liste dieser Projekte wurde vom ASTRA zur Verfügung gestellt.

#### 3.4 Bestehende Schienen-Infrastrukturen

Für die digitalen, georeferenzierten Schienen-Geometrien wurde das entsprechende Feature aus dem swisstopo-Datensatz swissTLM3D vom ARE zur Verfügung gestellt.

Zur Bestimmung des Eröffnungsjahres wurde einerseits eine Referenzkarte des Bundesamtes für Landestopographie swisstopo (Massstab 1:1'000'000) aus dem Jahr 1992 und zum anderen das Buch "Schienennetz Schweiz" (Wägli, 2010) verwendet.

Aufgrund der Datenlage und um die Vergleichbarkeit mit den Nationalstrassenprojekten zu gewährleisten, werden nur Neubauprojekte berücksichtigt.

http://www.astra.admin.ch/autobahnschweiz/03002/index.html?lang=de&download=NHzLpZeg7t,lnp6l0NTU042l2Z6ln1acy4Zn4Z2qZpnO2Yuq2Z6gpJCEdYR fWym162epYbg2c JjKbNoKSn6A--

<sup>3</sup> 

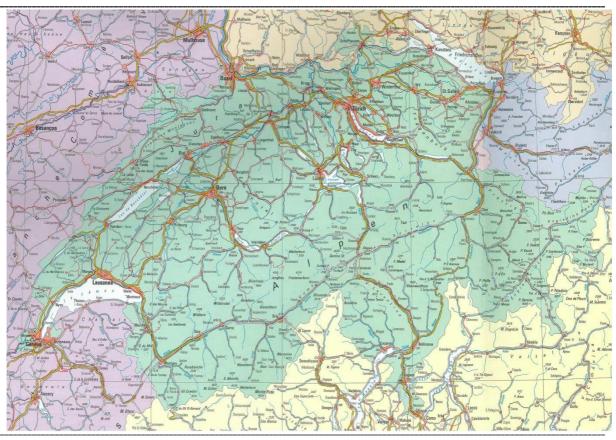


Abb. 2 Landeskarte 1:1'000'000 (Stand 1992), Quelle: Bundesamt für Landestopographie swisstopo

#### 3.5 Zukünftige Schienen-Infrastrukturen

Bezüglich der zukünftigen nationalen Schieneninfrastrukturen wurde vom ARE, in Zusammenarbeit mit dem BAV, basierend auf dem Projekt "Zukünftige Entwicklung der Bahninfrastruktur (ZEB)" sowie dem Ausbauschritt 2025 des "Strategischen Entwicklungsprogramm (STEP)" (Gegenstand der Vorlage zur Finanzierung und Ausbau der Bahninfrastruktur, FABI) eine Liste der relevanten künftigen Neu- und Ausbauprojekte bereitgestellt. Für die meisten Projekte wurden zusätzlich die Geometrien geliefert.

#### 3.6 Potentielle Fruchtfolgeflächen

Da in den digital verfügbaren ausgeschiedenen FFF die in der Vergangenheit realisierten Infrastrukturprojekte in der Regel bereits ausgespart sind, werden für die Abschätzung der vergangenen FFF-Beanspruchung Hilfsflächen benötigt. Diese umfassen alle Flächen, die anhand wichtiger FFF-Kriterien, theoretisch als FFF hätten ausgeschieden werden können. Im Folgenden werden diese Flächen deshalb als *potentielle FFF* bezeichnet.

<sup>&</sup>lt;sup>4</sup> http://www.bav.admin.ch/zeb/

<sup>&</sup>lt;sup>5</sup> http://www.bav.admin.ch/fabi/index.html?lang=de

Zur Bestimmung dieser potentiell möglichen Fruchtfolgeflächen wurden folgende Datensätze als Grundlage verwendet:

- Geländedaten auf Hektarraster-Stufe (Bundesamt für Statistik BFS),
- Klimazonen (Bundesamt für Landwirtschaft BLW),
- Bauzonen (zur Verfügung gestellt vom ARE),
- Waldflächen (swissTLM3D swisstopo),
- Gewässer (swissTLM3D swisstopo) sowie
- ausgeschiedene FFF (ARE, gemäss Kapitel 3.1).

## 4 Vorgehen

Im Folgenden wird die Aufbereitung der Datengrundlagen sowie das Vorgehen zur Entwicklung einer geeigneten Methode zur Abschätzung der FFF-Beanspruchung durch realisierte sowie geplante Infrastruktur-Projekte beschrieben. Weiter wird das Vorgehen zur Bestimmung und Überprüfung relevanter Parameter aufgezeigt.

#### 4.1 Aufbereitung Grundlagen

Für die Entwicklung der geeigneten Methoden wurden in einem ersten Schritt die Grundlagen zu den Fruchtfolgeflächen sowie den nationalen Infrastrukturen gesammelt.

In Bezug auf die ausgeschiedenen FFF konnte festgestellt werden, dass in den aktuellen digitalen Daten die bereits realisierten nationale Infrastrukturen i.d.R. ausgespart sind. Um die ursprünglich 1992 ausgeschiedenen FFF abzuschätzen, wurden die beiden Kriterien Hangneigung und Klimazone gemäss "Sachplan Fruchtfolgeflächen FFF: Vollzugshilfe 2006" (ARE, 2006) sowie weitere Ausschlusskriterien (Bauzone, Wald, Gewässer) verwendet um potentielle FFF zu bestimmen. Die resultierenden Flächen wurden anschliessend mit den ausgeschiedenen FFF verglichen. Dies zeigte, dass die gewählten Kriterien teilweise zu restriktiv gewählt wurden, die geschätzten Flächen also nicht alle ausgeschiedenen Flächen abdeckten. Die geschätzten potentiellen FFF wurden deshalb – wo nötig – um die ausgeschiedenen FFF erweitert.<sup>6</sup>

Im Zusammenhang mit der Erarbeitung der Grundlagen zu den Nationalstrassen-Infrastrukturen wurden aus dem ASTRA-Dokument "Richtlinie – Normalprofile, Rastplätze und Raststätten der Nationalstrassen" (ASTRA, 2002) die Normbreiten der Fahrbahn entnommen. Daten zu den Nationalstrassen-Nebenanlagen (Inventarobjekte) konnten aus dem MISTRA entnommen werden. Über die Normalprofile der Schienen-Infrastrukturen wurde vom BAV Auskunft erteilt. Grundlagen zu den Nebenanlagen waren nicht verfügbar bzw. zugänglich. Gemäss Angaben der Sektion Bewilligungen II des BAV<sup>7</sup> sind diese aber kaum relevant und die Nicht-Berücksichtigung dieser Anlagen haben keinen wesentlichen Einfluss auf das Resultat.

Die Gegenüberstellung der Infrastrukturanlagen und der ausgeschiedenen FFF in einem Luftbild zeigte, dass zwischen Infrastrukturen und den FFF in den meisten Fällen ein Abstand vorliegt und die FFF somit nicht direkt an die Infrastrukturen grenzen. Dieser zusätzliche Korridor lässt auf die (indirekte) Bodenbeanspruchung durch die Infrastrukturen schliessen und muss deshalb in die Berechnungen zur Überprüfung der Parameter miteinbezogen werden. Die Grundlagen zur Bestimmung dieses Abstands wurden durch Abmessungen in Luftbildern sowie deren Überprüfung im Feld erarbeitet.

regioConcept AG, Herisau 13

<sup>&</sup>lt;sup>6</sup> Die ausgeschiedenen FFF wurden zu diesem Zweck mit Hilfe eines 25-Meter-Vor-und Rückwärts-Puffer zusammengefügt um lineare Stassen-Aussparungen aufzufüllen (analog zum Vorgehen in Abb. 13).

<sup>&</sup>lt;sup>7</sup> Interview mit U. Rohrer (BAV, Sektion Bewilligungen II).

#### 4.2 Entwurf einer Methode

Aufgrund der unterschiedlichen Informationsstände und Datenverfügbarkeiten zwischen realisierten und geplanten Projekten, wurden zwei verschiedene Methoden entwickelt. Bei der Methode für die vergangene Beanspruchung muss berücksichtigt werden, dass die heute digital verfügbaren FFF nicht überall den 1992 ausgeschiedenen FFF entsprechen. Bei der künftigen Beanspruchung muss demgegenüber den unterschiedlichen Kenntnisständen über Nebenanlagen Rechnung getragen werden.

#### 4.3 Schätzung relevanter Parameter

Bezüglich der FFF-Beanspruchung durch realisierte Projekte musste der durchschnittliche Abstand zwischen den Infrastrukturen und den FFF sowie die 1992 potentiell vorhandenen FFF geschätzt werden. Für die Bestimmung der (indirekten) Bodenbeanspruchung wurden je 5-10 Hauptinfrastrukturen sowie Nebenanlagen gewählt und der Abstand zwischen der Installation und der nächstgelegenen ausgeschiedenen FFF in Luftbildern abgemessen. Aus den erhaltenen Messwerten konnte anschliessend die mittlere Breite des Korridors zwischen den Infrastrukturen/Nebenanlagen und nutzbarem Boden bestimmt werden. Die Abschätzung der Perimeter, in denen potentiell Fruchtfolgeflächen vorkommen, werden im Kapitel 5.4 beschrieben. Unter Berücksichtigung des Anteils der effektiv ausgeschiedenen Fruchtfolgeflächen in diesen potentiellen FFF, kann anschliessend die Beanspruchung der FFF abgeschätzt werden.

Im Zusammenhang mit der FFF-Beanspruchung durch geplante Infrastrukturen mussten das durchschnittliche Vorkommen sowie die mittlere Fläche der Strassen-Nebenanlagen geschätzt werden. Dazu wurden die georeferenzierten, digitalen MISTRA-Daten zu den Inventarobjekten der gesamten Schweiz verwendet. Um möglichst keine Flächen doppelt in die Berechnung miteinzubeziehen wurden die Inventarobjekte in drei Typen unterteilt: a) Inventarobjekte, welche einen Teil der Hauptinfrastruktur bilden, b) Nebenanlagen mit Einfluss auf die Bodenbeanspruchung, c) Nebenanlagen ohne Einfluss auf die Bodenbeanspruchung. Für diejenigen Nebenanlagen mit Einfluss auf die Bodenbeanspruchung wurde berechnet, wie gross der Flächenanteil durchschnittlich ist, welcher innerhalb des erweiterten Korridors der Hauptinfrastruktur liegt. Bei der Schätzung der Nebenanlagen wird dieser Wert als Korrekturfaktor für die durch Nebenanlagen beanspruchte Fläche verwendet.

#### 4.4 Überprüfung der Parameter im Feld

Da insbesondere die Schätzung des Abstands zwischen den Infrastrukturen/Nebenanlagen und den FFF auf Messungen in einem Luftbild basieren, wurden diese Werte anhand einiger Beispiele und mit Hilfe einer Bodenkundeexpertin<sup>8</sup> im Feld überprüft. Ebenso wurde bei einigen Nebenanlagen geprüft, ob ein Einfluss auf die Bodenbeanspruchung vorliegt. Bezüglich der Strasseninfrastrukturen wurde die Autobahn zwischen Goldach, Frauenfeld und Kreuzlingen betrachtet. Schienen wurden entlang des

14 regioConcept AG, Herisau

<sup>&</sup>lt;sup>8</sup> Juliane Schalajda, ARNAL AG, Herisau

Bodensees zwischen Kreuzlingen und Goldach sowie in St. Gallen Winkeln an einigen Beispielen geprüft.

Die Feldbegehung hat gezeigt, dass die aus den Luftbildern bestimmten Werte plausibel sind. Bei einigen Nebenanlagen, wie z.B. Abflüssen konnte im Feld erkannt werden, dass kein Einfluss auf Fruchtfolgeflächen stattgefunden hat. Sowohl auf den Luftbildern, als auch im Feld konnte kein signifikanter Unterschied zwischen Infrastrukturen unterschiedlichen Baujahres festgestellt werden.

Als Resultat der im Vorfeld gemachten Schätzungen sowie der Überprüfung im Feld wurden die in Tabelle 1 aufgelisteten Abstände der Infrastrukturen und Nebenanlagen zu FFF festgelegt. Diese Werte dienen als Referenz und können wenn nötig in den zur Verfügung gestellten Tools geändert werden.

Infrastruktur/Installation	Abstand [m]
Fahrbahn (Strecke(n) ohne Richtungstrennung, Anschlüsse, Zubringer)	10
Lärmschutzwand	10
Lärmschutzdamm	8
Unterhaltsweg	2
Flächenhafte Anlagen	1
Sandabscheider, Pumpstation, Ölabscheider, Abläufe, SABA, spezielle Bauwerke, Bergmännische Tunnels, Tagbautunnels, Brücken, Überführungen, Unterführungen, Durchlässe, Galerien, Schneeverbauungen, Steinschlagschutzbauten, Hangverbauungen, BSA verbinden mit Tunnel und Galerie	nicht relevant
Übrige	1

Tabelle 1:Durchschnittliche Abstände zu FFF

#### 5 Entwickelte Methodik und Tools

Für die Schätzung der vergangenen sowie zukünftigen FFF-Beanspruchung werden zwei unterschiedliche Vorgehensweisen entwickelt. Mit der ersten Methode soll eine Grössenordnung der FFF-Beanspruchung bestehender nationaler Infrastrukturen geliefert werden können. Die zweite Methode soll eine grobe Abschätzung der FFF-Beanspruchung durch zukünftige nationale Infrastrukturprojekte ermöglichen. Für beide Vorgehensweisen werden dem ARE je ein ArcGIS-Tool zur Verfügung gestellt. Die Abläufe sind einfach handhabbar und bieten trotzdem Flexibilität bezüglich verschiedener Input-Parameter.

Im Folgenden werden die Aufbereitung der Basisdaten, sowie die beiden entwickelten Methoden aufgezeigt und beschrieben. Für die Benutzung der Tools steht separat eine detaillierte Anleitung zur Verfügung.

#### 5.1 Vorbereitung der benötigten Input-Infrastrukturen

Um die FFF-Beanspruchung abschätzen zu können, werden als Inputdaten Shape-Files der berücksichtigten Nationalstrassen- und Schienenprojekte benötigt. Um die zwischen 1992 und 2012 neu eröffneten Schienenabschnitte zu ermitteln, wurde basierend auf dem Buch "Schienennetz Schweiz" (Wägli, 2010) eine Liste der relevanten Schienenprojekte erstellt. Mit Hilfe dieser Liste und der Referenzkarte aus dem Jahr 1992 wurden aus dem Datensatz swissTLM3D die relevanten Streckenabschnitte extrahiert. Im Zusammenhang mit den zukünftigen nationalen Schienenprojekten wurde der Grossteil der Projekte bereits in Form von Shape-Files (bzw. Mapinfo File) zur Verfügung gestellt. Die restlichen Projekte wurden manuell digitalisiert. Anschliessend wurden den Projekten die Attribute ID und Typ gegeben. Der Typ bezeichnet anhand einer Nummer um welchen Infrastrukturtyp es sich handelt (vgl. Tabelle 2). Für Neubauprojekte wurde der Typ 1-spurige Schienen (normal) gewählt. Bei Ausbauprojekten wird davon ausgegangen, dass es sich vorher um 1-spurige Schienen (normal) gehandelt hat und es sich neu um 2-spurige Schienen (normal) handelt.

Тур	Infrastruktur
1	4-spurige NS (1.KL)
2	4-spurige NS (2.KL)
3	4-spurige NS (Brücke)
4	6-spurige NS (standard)
5	6-spurige NS (reduziert)
6	6-spurige NS (Brücke)
7	8-spurige NS (inkl. Standstreifen neben Mittelstreifen)
8	8-spurige NS (standard)
9	8-spurige NS (reduziert)
10	8-spurige NS (Brücke)
58	1-spurige Schienen (normal)
59	2-spurige Schienen (normal)
60	1-spurige Schienen (schmal)
61	2-spurige Schienen (schmal)

Tabelle 2: Typen von Hauptinfrastrukturen

Die im MISTRA Basissystem vorhanden Strasseninfrastrukturen (Inventarobjekte) bestehen aus flächenhaften, linearen sowie punktuellen Objekten. Um für alle Objekte einen Flächenverbrauch bestimmen zu können, werden um die punktuellen und linearen Objekte ein Puffer von einem bzw. einem halben Meter gelegt<sup>9</sup> und anschliessend alle Feature-Klassen zu einem File zusammengefügt. Um das Eröffnungsjahr aus dem sehr groben NPVM-Netz mit den MISTRA-Daten zu verknüpfen, wurde eine erste grobe automatische Zuordnung unter Verwendung eines grossen Buffers um das NPVM-Netz gemacht. Die genauere Zuordnung erfolgte manuell.

Die zukünftigen Nationalstrassen-Projekte wurden anhand der vom ASTRA bereitgestellten Liste digitalisiert und mit einer Identifikations-Nummer (ID) gekennzeichnet. Für Neubauprojekte wurde in einem neuen Attribut (Typ) der Typ 4-spurige NS (1.KL) gewählt. Bei Ausbauprojekten wird davon ausgegangen, dass es sich vorher um eine 4-spurige NS (1. KL) gehandelt hat und es sich neu um eine 6-spurige NS (1. KL) handelt.

Nach der Aufbereitung der Infrastrukturen wurden diese dem BAV beziehungsweise dem ASTRA zur Kontrolle vorgelegt und entsprechend der Rückmeldungen angepasst. Ebenso wurden die verwendeten Parameter mit den Vertretern der beteiligten Ämter abgesprochen.

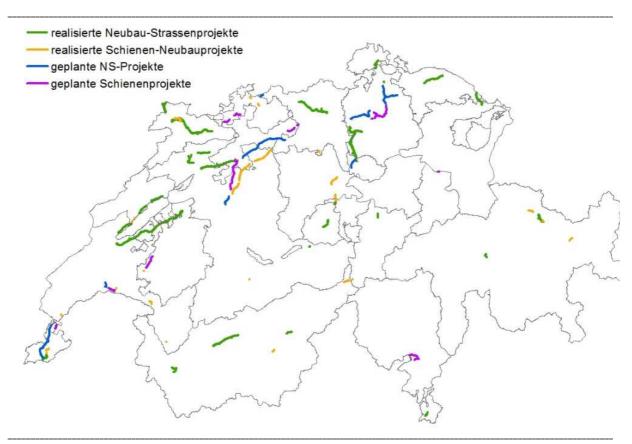


Abb. 3 Berücksichtigte nationale Infrastrukturen

regioConcept AG, Herisau 17

-

<sup>&</sup>lt;sup>9</sup> Dies dürfte die untere Grenze des Bodeneingriffs beim Bau der Anlagen sein.

#### 5.2 Bestehende Strassen-Infrastrukturen

Da beispielsweise innerhalb eines Kleeblatt-Anschlusses keine FFF vorkommen können, werden diese Flächen im nächsten Schritt zur beanspruchten Fläche addiert. Hierzu werden Freiräume/Löcher unter einer Hektare geschlossen (vgl. Abb. 4).

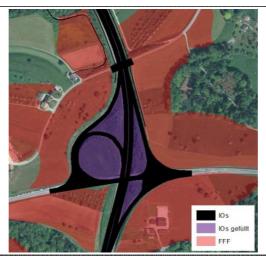


Abb. 4 Ausfüllen von Freiräumen, Quelle Orthophoto: swisstopo

In Abb. 4 ist zusehen, dass FFF nicht unmittelbar an die Infrastruktur grenzen. Um möglichst korrekte Annahmen über die FFF-Beanspruchung machen zu können, müssen die Infrastrukturen für die spätere Berechnung um diesen Abstand verbreitert werden. Da dieser Abstand nicht einheitlich ist und je nach Infrastruktur/Installation variiert, wurden Durchschnittswerte bestimmt und im Feld durch eine Bodenkundeexpertin anhand einiger Beispiele geprüft (vgl. Kapitel 4.3 und 4.4 sowie Abb. 5 bis Abb. 10). Entsprechend wurden Werte für die zusätzlichen Erweiterungen festgelegt (vgl. Tabelle 1).



Abb. 5 Lärmschutzwall

Abb. 6 Rastplatz



Abb. 7 Ablauf

Abb. 8 Fahrbahn



Abb. 9 SABA (nicht sichtbar)

Abb. 10 Schienen

#### 5.3 Bestehende Schienen-Infrastrukturen

Im swisstopo swissTLM3D-Datensatz liegen die Gleisgeometrien in linearer Form vor. Um die Fläche des gesamten Schienenbereichs zu erhalten wird um jedes Gleis ein Puffer von 4 Metern gelegt. Dies entspricht gemäss BAV dem Flächenbedarf einer Normalspur (vgl. Abb. 11). Eine Nachmessung im Feld bestätigt diese Werte.

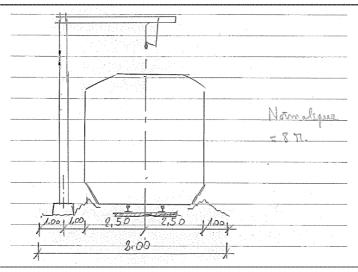


Abb. 11 Profil einer Normalspur, Quelle: Nicolas Keusen, BAV Sektion Bautechnik

Um Leerräume zwischen zwei Gleisen zu korrigieren, wird ein zusätzlicher Puffer von 10 Metern um die Gleise gelegt, zusammenfallende Grenzen aufgelöst und anschliessend wieder abgezogen. Da keine digitalen Daten zu Nebenanlagen verfügbar sind wurde beim BAV um eine Schätzung des durchschnittlichen Flächenverbrauchs sowie des Vorkommens einzelner Nebeninstallationen angefragt. Gemäss Angaben der Sektion Bewilligungen II des BAV<sup>10</sup> liegen Nebenanlagen jedoch entweder in Bahnhofsnähe/Siedlungsgebiet oder weisen lediglich einen geringen Flächenverbrauch auf. Nebenanlagen bei Schienen-infrastrukturen werden aus diesem Grund nicht in die Berechnungen mit einbezogen.

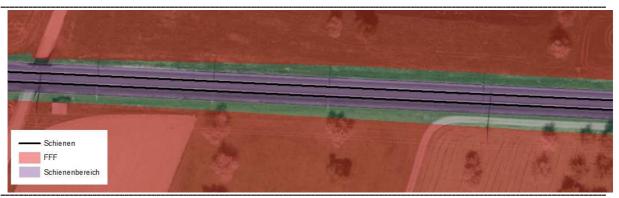


Abb. 12 Fläche des Schienenbereichs, Quelle Orthophoto: swisstopo

Wie bei den Strasseninfrastrukturen, ist auch bei den Schienen zu sehen, dass FFF nicht direkt an die Infrastrukturen grenzen. Unter demselben Vorgehen, wie bei den Strassen wurde für die Schienen ein durchschnittlicher Abstand von 10 Metern zu unbeeinflusstem bzw. landwirtschaftlich nutzbarem Boden bestimmt. Für die Berechnung der FFF-Beanspruchung werden die Schienen um diesen Abstand erweitert.

**20** regioConcept AG, Herisau

-

<sup>&</sup>lt;sup>10</sup> Telefon-Interview mit Urs Roher (BAV, Sektion Bewilligungen II)

#### 5.4 Potentielle Fruchtfolgeflächen

Um zu bestimmen, wie gross die Beanspruchung der FFF durch bestehende nationale Infrastrukturen war, muss bekannt sein, wo 1992 FFF lagen. Da darüber keine digitalen Informationen vorliegen, werden potentielle FFF mit Hilfe verschiedener Kriterien geschätzt. Dabei wird berücksichtigt, dass FFF in Gebieten mit einer Neigung, welche höchstens 18% beträgt und in den Klimazonen A/B/C/D1-4<sup>11</sup> liegen müssen sowie, dass FFF nicht in einer Bauzone, einem Wald oder Gewässer vorkommen dürfen. Kombiniert man diese Kriterien, erhält man Gebiete, in denen FFF, ohne Einbezug der Bodeneignung, grundsätzlich möglich sind. Durch dieses Vorgehen bleiben v.a. in Siedlungsgebieten Strassen und weitere schmale lineare Objekte als potentielle FFF bestehen. Um dies zu korrigieren, werden alle Flächen zuerst um 25 Meter verkleinert und anschliessend wieder vergrössert. Alleinstehende Strassen und kleine Flächen können mit diesem Verfahren eliminiert werden (Abb. 13).



Abb. 13 -/+ Buffer zur Beseitigung von Strassen und kleinen Flächen, Quelle Orthophoto swisstopo

Aufgrund dessen, dass die effektiv ausgeschiedenen FFF nicht immer jedes der oben genannten Kriterien erfüllen, müssen die Gebiete der potentiellen FFF entsprechend korrigiert werden.

Dazu werden die effektiven ausgeschiedenen FFF, welche in einem maximalen Abstand von 50 Metern zueinander liegen, miteinander verbunden und an die berechneten potentiellen FFF angehängt. Durch das Verbinden der FFF werden zwar ausgelassene Strassen wieder zu den FFF hinzugefügt, grössere Flächenaussparungen wie sie beispielsweise bei Anschlüsse auftreten, können aber nicht korrigiert werden. Dieses Verfahren wird deshalb nur in den Gebieten angewendet, in denen keine potentiellen FFF liegen, jedoch aber FFF effektiv ausgeschieden wurden.

**FFF**<sub>pot</sub> = flaches Gebiet

- ungeeignete Klimazonen
- Bauzonen
- Seen und restliche Gewässer
- -/+ 25m
- + verbundene ausgeschiedene FFF

regioConcept AG, Herisau 21

-

<sup>&</sup>lt;sup>11</sup> Sachplan Fruchtfolgeflächen FFF – Vollzugshilfe 2006

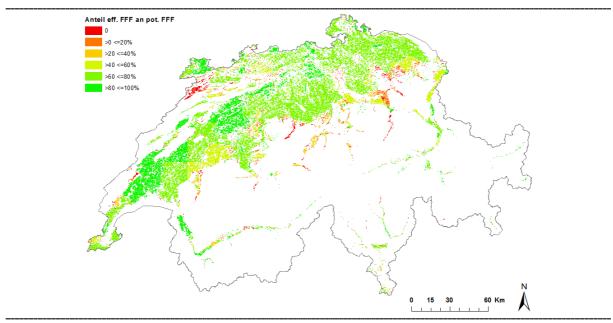


Abb. 14 Anteil der ausgeschiedenen FFF an den bestimmten potentiellen FFF<sup>12</sup>

**22** regioConcept AG, Herisau

\_

<sup>&</sup>lt;sup>12</sup> Die potentiellen FFF sind umfangreicher als die in den kantonalen Inventaren deklarierten FFF, da nur die Kriterien "Hangneigung" und "Klimalage" mit der GIS-Suche berücksichtigt werden konnten: Grosse Unterschiede zwischen potentiellen FFF und ausgeschiedenen FFF können unter anderem durch die fehlende Berücksichtigung der Bodenqualität bei der Bestimmung der potentiellen FFF erklärt werden.

#### 5.5 Methodik: FFF-Beanspruchung seit 1992

Mit Hilfe der aufbereiteten Infrastrukturen sowie den geschätzten potentiellen FFF kann die Beanspruchung von FFF durch lineare nationale Infrastrukturen für den Zeitraum zwischen 1992 und heute geschätzt werden.

In einem ersten Schritt werden die flächenhaften nationalen Infrastrukturen im GIS über die potentiellen FFF gelegt und die sich überschneidenden Flächen bestimmt.

Da die Bodenbeanspruchung in potentiellen FFF nicht ausschliesslich auch in den kantonalen Inventaren ausgeschiedene FFF betrifft, muss die im ersten Schritt bestimmte beanspruchte Fläche entsprechend korrigiert werden. Dazu wird der Anteil ausgeschiedener FFF an den potentiellen FFF berechnet und mit der beanspruchten Fläche multipliziert.<sup>13</sup>

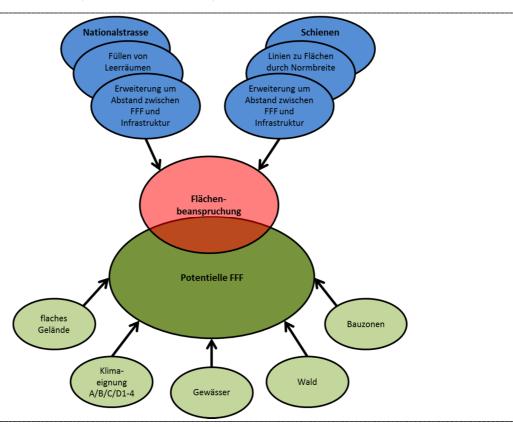


Abb. 15 Modell zur Bestimmung der FFF-Beanspruchung durch realisierte Infrastrukturprojekte

Um die Möglichkeit zu besitzen, die berücksichtitgen Infrastrukturen und Parameter zu ändern, wird dem ARE ein auf ArcGIS basiertes Tool zur Verfügung gestellt. Dieses erlaubt es, beliebige Schienen-

23

<sup>&</sup>lt;sup>13</sup> Mit dem Ziel, Fehler aufgrund der unterschiedlichen Digitalisierung der FFF entlang der linearen Infrastrukturanlagen in den Kantonen zu minimieren, wurden diese bei der Berechnung des FFF-Anteils ausgenommen. Um die Geschwindigkeit des im nächsten Kapitel beschriebenen Tools zu erhöhen, wurden alle nationalen Infrastrukturen von den potentiellen FFF abgezogen und anschliessend der Anteil der ausgeschiedenen FFF an den potentiellen FFF bestimmt. Dies ermöglicht es, anstelle einer vollständigen Neuberechnung innerhalb des Tools, den Korrekturfaktor als Input-Parameter zu verwenden. Die Rechenzeit kann damit um ein Vielfaches verkürzt werden.

oder Nationalstrassen- (Inventarobjekte aus dem MISTRA) Geometrien nach den in Kapitel 5.1 beschriebenen Vorbereitungen einzulesen und daraus die FFF-Beanspruchung zu berechnen.

Unter Berücksichtigung der Unsicherheiten in den Infrastruktur- sowie FFF-Daten liefert das Resultat keinen exakten Wert, sondern lediglich eine Grössenordnung der FFF-Beanspruchung durch lineare nationale Infrastrukturen zwischen 1992 und heute.

#### **ArcGIS Tool: bFFF**

Dem ARE wird ein auf ArcGIS (Basisversion) basiertes Tool zur Verfügung gestellt um die FFF-Beanspruchung realisierter Infrastrukturprojekte abzuschätzen.

Das Tool bietet die Möglichkeit, entweder nur Schienen-Infrastrukturen, nur Nationalstrassen-Infrastrukturen oder beides zu berücksichtigen. Weiter besteht die Möglichkeit, angepasste Parameter-Werte der Informationen über die Nebenanlagen miteinzubeziehen. Neben dem separaten Anleitungs-Dokument, wird zudem innerhalb des Tools eine Hilfe geboten.

Als Output liefert das Tool zwei Excel-Files sowie, falls gewünscht, ein Shapefile mit den beanspruchten Gebieten. Die Excel-Files beinhalten die geschätzte FFF-Beanspruchung in Hektaren pro Gemeinde bzw. pro Kanton.

Details zur Verwendung des Tools sind in einem separaten Dokument verfügbar (Bodeneingriff der Bundesinfrastrukturprojekte auf die Fruchtfolgeflächen: Anleitung zur Verwendung des Tools).

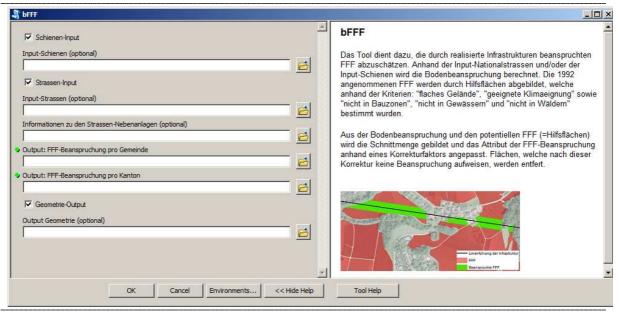


Abb. 16 bFFF-Tool: Eingabefenster zur Schätzung der bisher beanspruchten FFF

#### 5.6 Methodik: FFF-Beanspruchung in Zukunft

Die Grundidee zur Bestimmung der beanspruchten FFF durch zukünftige Infrastrukturprojekte ist ähnlich wie bei der Ermittlung der FFF-Beanspruchung durch realisierte Infrastrukturprojekte. Der Hauptunterschied liegt in der Verfügbarkeit der Daten. Innerhalb der ersten Methode musste der

Perimeter der 1992 ausgeschiedenen FFF abgeschätzt werden (die potentiellen FFF). Für zukünftige Projekte ist dies nicht nötig und es können direkt die in den kantonalen Inventaren ausgeschiedenen FFF als Basisdaten verwendet werden. Im Gegensatz zu den realisierten Strassen-Infrastrukturen ist es hingegen möglich, dass die Hauptinfrastrukturen nicht flächenhaft (sondern nur deren Linienführung) vorliegen. Weiter sind in einer frühen Planungsphase wenig bis keine Informationen über Nebenanlagen vorhanden. Um diese dennoch in die Berechnung miteinbeziehen zu können, werden das durchschnittliche Vorkommen pro Kilometer sowie der durchschnittliche Flächenbedarf basierend auf den Nebenanlagen der gesamten Schweiz (aus MISTRA) berechnet. Die Flächenbeanspruchungen der einzelnen Nebenanlagen werden anschliessend anhand der Wahrscheinlichkeit, dass sich eine Anlage innerhalb des Fahrbahnkorridors befindet geschätzt. Da die genaue Lage sowie die Geometrie der Nebenanlagen nicht bekannt sind, wird die resultierende Flächenbeanspruchung gleichmässig auf die Gesamtstrecke in Form eines Puffers verteilt. Um den Abstand zwischen der Infrastruktur und einer FFF zu berücksichtigen, wird die Infrastruktur um den entsprechenden Abstand zusätzlich erweitert. Die generierte Infrastrukturfläche wird im letzten Schritt über die ausgeschiedenen FFF gelegt und die sich überschneidende Fläche bestimmt.

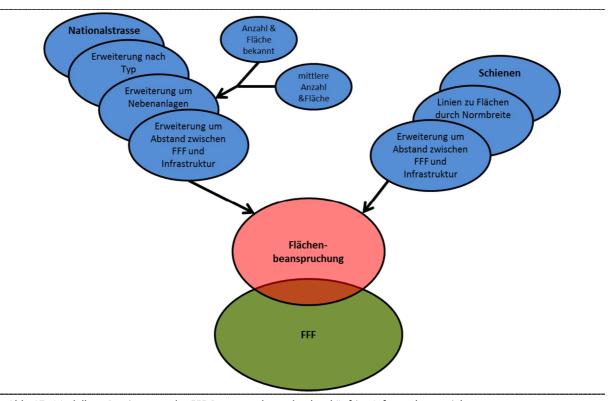


Abb. 17 Modell zur Bestimmung der FFF-Beanspruchung durch zukünftige Infrastrukturprojekte

Sind die Hauptinfrastrukturen sowie allfällige Nebenanlagen als Flächen bereits bekannt, können diese Daten dem Tool direkt als Input übergeben werden. In diesem Fall werden die Infrastrukturen lediglich um den zusätzlichen Abstand zu den FFF erweitert und die Schnittmenge mit den FFF gebildet. Dieses Vorgehen entspricht weitgehend demjenigen, das für die Schätzung der FFF-Beanspruchung durch

realisierte Infrastruktur-Projekte verwendet wird. Der Hauptunterschied liegt in der Verwendung der effektiv ausgeschiedenen FFF anstelle der potenziellen FFF.

In Anbetracht der Unsicherheiten in den Schätzungen sowie der Annahme der einheitlichen Verteilung der Nebenanlagen entlang der Infrastruktur, entspricht das Resultat keiner genauen Zahl sondern muss als Grössenordnung interpretiert werden. Durch die gegebene Flexibilität in Bezug auf die Flächenbeanspruchung der Nebenanlagen und des Zusatz-Puffers, können jedoch verschiedene Szenarien einfach geprüft und miteinander verglichen werden.

#### **ArcGIS Tool: zFFF**

In Abhängigkeit des Planungsstandes der projektieren Infrastrukturen, bietet das Tool zwei Optionen zur Abschätzung der FFF-Beanspruchung. Bei der ersten Option wird davon ausgegangen, dass nur die (lineare) Linienführung der Hauptinfrastruktur und allenfalls das Vorkommen sowie bei Strassenprojekten der durchschnittliche Flächenbedarf von Nebenanlagen bekannt sind. Bei der zweiten Option wird von einem fortgeschrittenen Planungsstand ausgegangen, in dem sämtliche Infrastruktur-Objekte flächenhaft bekannt sind.

Für die Benutzung des Tools unter der ersten Option (nur die Linienführung ist bekannt), sind die Linienführung einer geplanten Infrastruktur sowie ihr durchschnittlicher Abstand zu FFF nötig. Andere Parameter, welche die Grösse der beanspruchten Fläche bei Strassenprojekten beeinflussen, werden innerhalb des Tools geschätzt oder können als Input festgelegt werden. Soll die Beanspruchung von Schieneninfrastrukturen abgeschätzt werden, müssen die Parameter im dazugehörigen File auf den Wert 0 gesetzt werden.

Für die Anwendung des Tools unter der zweiten Option (flächenhafte Infrastruktur inkl. allfälliger Nebenanlagen ist bekannt) werden die Infrastruktur-Flächen sowie Informationen über die Nebenanlagen als Input benötigt. Diese Informationen beinhalten den durchschnittlichen Abstand zwischen einer Nebenanlage und FFF sowie Angaben darüber, ob die Nebenanlage einen Einfluss auf die Bodenbeanspruchung hat oder nicht.

Als Output liefert das Tool zwei Excel-Files sowie, falls gewünscht, ein Shapefile mit den beanspruchten Gebieten. Die Excel-Files beinhalten die geschätzte FFF-Beanspruchung in Hektaren pro Gemeinde bzw. pro Kanton.

Details zur Verwendung des Tools sind in einem separaten Dokument verfügbar (Bodeneingriff der Bundesinfrastrukturprojekte auf die Fruchtfolgeflächen: Anleitung zur Verwendung des Tools).

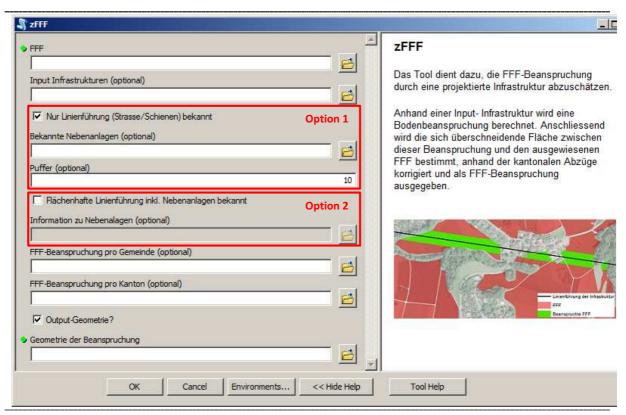


Abb. 18 zFFF-Tool: Eingabefenster zur Schätzung der zukünftig beanspruchten FFF

## 6 Resultate

#### 6.1 Resultierende Beanspruchungen

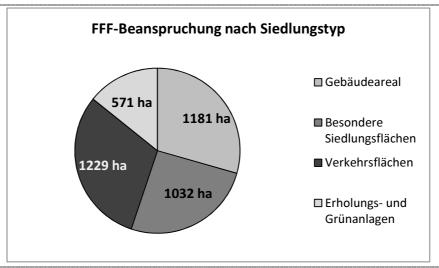
Die Schätzung der FFF-Beanspruchungen findet auf der Stufe der Gemeinden sowie Kantone statt. Da die Kontingente pro Kanton zu sichern sind, werden im Folgenden nur die kantonalen Abschätzungen vorgestellt.

Kt- Nr	Kanton	FFF- Beanspruchung 1992-2012 - Strassen	FFF- Beanspruchung 1992-2012 - Schienen	FFF- Beanspruchung 2012-ca. 2025 - Strassen	FFF- Beanspruchung 2012-ca.2025 - Schienen	Total
1	ZH	68	0	10	3	81
2	BE	43	37	8	14	102
3	LU	0	4	0	0	4
4	UR	0	0	0	0	0
5	SZ	0	0	0	0	0
6	OW	1	0	0	0	1
7	NW	0	0	0	0	0
8	GL	0	0	0	0	0
9	ZG	10	0	3	0	13
10	FR	33	1	0	2	36
11	SO	23	4	10	5	42
12	BS	0	0	0	0	0
13	BL	0	0	0	1	1
14	SH	0	0	0	0	0
15	AR	0	0	0	0	0
16	Al	0	0	0	0	0
17	SG	14	0	0	0	14
18	GR	0	0	0	0	0
19	AG	49	0	4	0	53
20	TG	53	0	0	0	53
21	ΤI	2	0	0	4	6
22	VD	87	0	1	1	89
23	VS	47	0	0	0	47
24	NE	11	0	0	0	11
25	GE	27	0	13	0	40
26	JU	93	3	0	0	96
	Total	563	50	49	30	692

Tabelle 3 geschätzte FFF-Beanspruchung durch Nationalstrassen - und Schienenprojekte(Angaben in Hektaren)

Die Abschätzungen zeigen insgesamt eine FFF-Beanspruchung von 692 ha. Davon fallen 563 ha (81%) auf zwischen 1992 und 2012 neu gebaute Nationalstrassen. Die Beanspruchung der FFF durch Schienen sowie geplanter Nationalstrassen liegt deutlich niedriger bei 50 ha für realisierte Schienenprojekte, 30 ha für geplante Schienenbauvorhaben und 49 ha für geplante Nationalstrassen.

Damit diese Zahlen ins Verhältnis zur allgemeinen Beanspruchung von FFF gestellt werden können, wird ein grober Vergleich mit den in der Arealstatistik (AS) erhobenen Veränderungen gemacht. Abb. 19 zeigt die Beanspruchung der Fruchtfolgeflächen zwischen den Erhebungsperioden 1992/97 und 2004/09 unterteilt in die unterschiedlichen Bautätigkeiten. 14,15 Es ist zu sehen, dass die Beanspruchung der Fruchtfolgeflächen im Wesentlichen durch drei Eingriffsarten bestimmt wurde: Verkehrsfläche (28%), Gebäudeareal (27%) und Besondere Siedlungsflächen (24%). Wird die Beanspruchung durch Verkehrsflächen weiter unterteilt, wird ersichtlich, dass der weitaus grösste Teil von kommunalen und kantonalen Strassen beansprucht wurde - Nationalstrassen und Bahnareale beanspruchen deutlich weniger Fläche. Insgesamt beanspruchten die Autobahnen etwa 9% und die Bahn etwa 2% der Fruchtfolgeflächen – im Vergleich zu den 27%, die durch Gebäude verloren gegangen sind, ist das ohne Zweifel wenig.



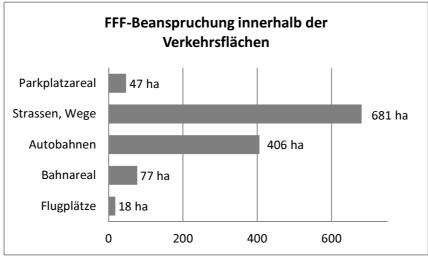


Abb. 19 FFF-Beanspruchung anhand der Arealstatistiken 1992/97 und 2004/09

<sup>&</sup>lt;sup>14</sup> Schätzung anhand der potentiellen Fruchtfolgeflächen.

<sup>&</sup>lt;sup>15</sup> Es ist zu berücksichtigen, dass einerseits die Vergleichsjahre der Arealstatistik und der vorliegenden Untersuchung unterschiedlich sind und andererseits die Arealstatistik ein Stichprobendatensatz mit einer entsprechenden Ungenauigkeit bei kleinen Stichprobengrössen ist. Die Resultate sind deshalb nicht direkt mit den Schätzungen in diesem Bericht vergleichbar.

Bei der Betrachtung und insbesondere beim Vergleich der Resultate muss beachtet werden, dass sich seit der Inkraftsetzung des Sachplan FFF die Interessenabwägungen zu Gunsten der FFF verändert haben. Durften früher unter der Begründung des übergeordneten nationalen Interessens der Verkehrsinfrastrukturen FFF konsumiert werden, müssen die FFF heute zunehmend kompensiert werden. Diese Kompensationsvorgänge sind in den aktuellen Schätzungen nicht berücksichtigt. Weiter müssen beim Vergleich zwischen der Beanspruchung durch Schienen und Nationalstrassen die Entstehungsgeschichten des Schienen- und Nationalstrassennetzes gegenübergestellt werden. Während der wesentliche Teil des Schienennetzes im 19. Jahrhundert realisierte wurde, fand der Bau des Nationalstrassennetzes vor allem in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts statt. Die Tatsache, dass zwischen 1992 und 2012 deutlich mehr FFF durch Nationalstrassen, als durch Schienenprojekte beansprucht wurden, lässt sich deshalb zu einem grossen Teil auf die unterschiedlichen Bauperioden zurückführen.

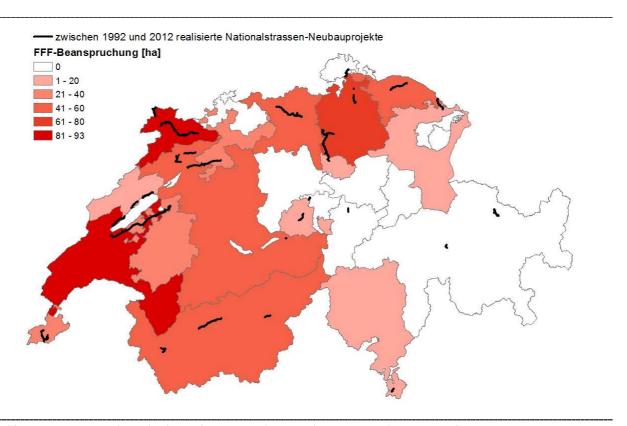


Abb. 20 FFF-Beanspruchung durch zwischen 1992 und 2012 realisierte Nationalstrassenprojekte

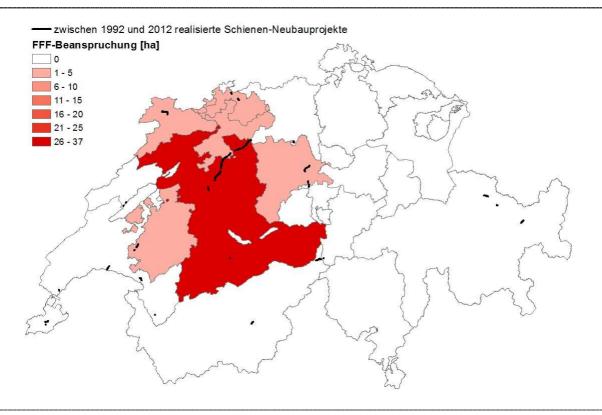


Abb. 21 FFF-Beanspruchung durch zwischen 1992 und 2012 realisierte Neubau-Schienenprojekte

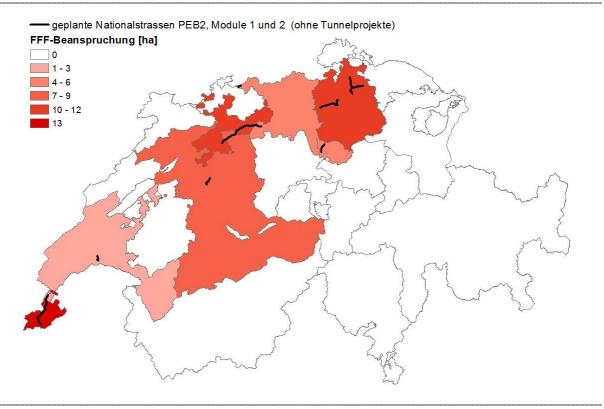


Abb. 22 FFF-Beanspruchung durch geplante Nationalstrassenprojekte

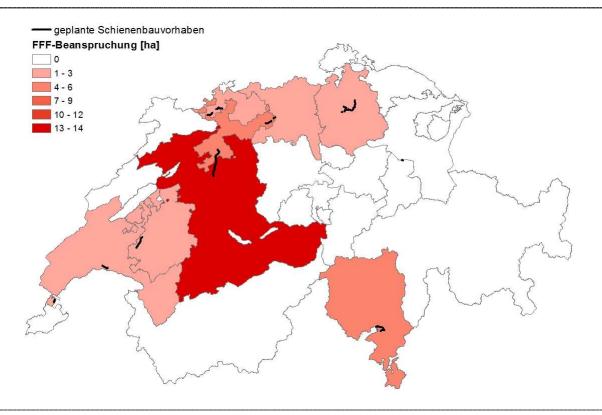


Abb. 23 FFF-Beanspruchung durch geplante Schienenbauvorhaben

#### 6.2 Unsicherheiten

Um die Unsicherheiten/Schätzungen quantifizieren zu können, wurden die Parameter variiert und die Resultate miteinander verglichen (vgl. Tabelle 4 und Tabelle 5). Zudem wurden die Abschätzungen mit den Werten von Liner (2001) verglichen.

Um den Einfluss der Breite des Korridors neben den Infrastrukturen zu testen, wurde die Korridorbreite jeweils halbiert und verdoppelt. Die FFF-Beanspruchung durch NS-Infrastrukturen wird dabei bei einer Halbierung um 20% (realisierte NS) bzw. 42% (geplante NS) reduziert. Bei einer Verdoppelung des Korridors erhöht sich die FFF-Beanspruchung der NS-Infrastrukturen um 37% (realisierte NS) bzw. 122% (geplante NS). Bei den Schienen-Infrastrukturen bewirkt eine Halbierung des Korridors eine Minderung der FFF-Beanspruchung um 20% (realisierte Schienen) bzw. 49%. Bei einer Verdoppelung hingegen steigt die Beanspruchung um 83% (realisierte Schienen) bzw. 117% (geplante Schienen). Durch die Variationen wird deutlich, dass die Wahl der Korridorbreite einen grossen Einfluss auf die Abschätzung der FFF-Beanspruchung hat und sinnvoll gewählt werden muss. Ob hingegen alle Nebenanlagen bei Strassen mit einbezogen werden (4% mehr Beanspruchung) oder ob bei der Schätzung der künftigen Beanspruchung durch NS-Projekte keine Nebenanlagen geschätzt werden (3% weniger Beanspruchung) spielt kaum eine Rolle.

	Vergangenheit	Zukunft
Schienen	Puffer *0.5x (s1)	Zusatzpuffer *0.5x (s1)
	Puffer *1.5x (s2)	Zusatzpuffer *1.5x (s2)
Strassen	alle Puffer *0.5x (s1) alle Puffer *2x (s2)	Zusatzpuffer *0.5x (s1) Zusatzpuffer *1.5x (s2)
	alle Nebenanlagen relevant ausser "bergmännische Tunnels" (s3)	ohne geschätzte Nebenanlagen (s3)

Tabelle 4 Parameter-Variationen der Szenarien

Szenario	s0	s1	s2	s3
Strassen 1992-2012	563	450	773	588
Schienen 1992-2012	50	29	91	
Strassen geplant	49 30	28	108 64	47
Schienen geplant	30	15	64	

Tabelle 5 FFF-Beanspruchung [ha ]durch Parameter-Variationen

Damit zeigt sich, dass die Methodik vor allem bezüglich der bisher erstellten Nationalstrassen relativ robust ist, bezüglich der bisher erstellten Bahnprojekte ist die Variation der angenommenen Buffer hingegen deutlich stärker, allerdings steht der grösseren Varianz auch eine grundsätzlich deutlich kleinere Fläche gegenüber. Allgemein ist die Varianz der Resultate bei einer extremen Annahme von +/-50% der Buffergrössen etwa +/-20% der Resultate.

Demgegenüber ist die Verlässlichkeit der Beanspruchung durch zukünftige Bauten und Anlagen wesentlich ungenauer. Je nach Kenntnisstand, kann hier indes eine wesentlich grössere Modellgüte erreicht werden. Insbesondere, sobald die beanspruchte Fläche räumlich genau bekannt ist und direkt mit den ausgeschiedenen Fruchtfolgeflächen verglichen werden kann.

#### Vergleich mit Liner (2001)

Aufgrund der unterschiedlichen Datenlagen, können die Abschätzungen durch die Tools nur begrenzt mit den Resultaten aus der Studie von Liner (2001) verglichen werden. In Bezug auf die Neubauprojekte im Bereich Schienen schätzt Liner auf der Strecke Mattstetten – Rothrist einen Verbrauch von 68.8 ha Land in den beiden besten Qualitäten "Ackerbau sehr gut" und "Acker und Futterbau gut" (Liner, 2001). Durch die Verwendung des Tools wird die FFF-Beanspruchung für diese Neubaustrecke auf ca. 39 ha geschätzt.

Die Beanspruchung der FFF durch künftige Schienenbauvorhaben beläuft sich nach der Schätzung von Liner (2001) auf 111 ha ohne bzw. 171 ha mit Bahn 2000 2. Etappe (vgl. Abb. 24). Unter Verwendung der Entwickelten Tools wird eine geschätzte FFF-Beanspruchung von 30 ha erwartet.

Hii	nweis	zur	Berechnung	der	Flächenbeanspru	ichung	für	zukünftige
Sc	hienenb	auvor	haben:					<u>-</u>
	Anzahl	Proje	kte die FFF tang	ieren k	önnten			
			0 2. Etappe <sup>6</sup> :			;	34	
9			kte die FFF tang	ieren k	önnten			
			000 2. Etappe <sup>7</sup> :				22	
9			iche Länge der /	Aus- un	nd Neubauten:	900	0 m	
			iche Breite der A				8 m	
	2 4, 0, 10		ione Brone der /		a rio and a diction			
	Ergibt 6	einen l	Flächenverbraud	h von:	34 x 9000 x 8 = 2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	148'000 i	$n^2$	244.8 ha
	oder	01110111	- Idonom on brade	,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,	22 x 9000 x 8 = 1'5			158.4 ha
	0 40.				a national n		••	
0	Schätz	una: ˈ	70 % der benöti	iaten F	lächen sind FFF:			
					orhaben <i>mit</i> Bahn :	2000 2. E	Etappe	: 171 ha
					orhaben <i>ohne</i> Bah			
				- ,				

Abb. 24 FFF-Beanspruchung durch zukünftige Schienenbauvorhaben (Liner, 2001)

Bei der Abschätzung der FFF-Beanspruchung durch bis 2010 realisierte Nationalstrassenprojekte wies Liner (2001) ein Total von 1000 ha aus. Als Kontrollwert diente Linern dabei die Transjurane, deren FFF-Beanspruchung von 173ha bekannt sei. Im Gegensatz zu den Resultaten von Liner schätzt das Tool *bFFF* die Beanspruchung durch die Transjurane nur auf 107 ha. Auch die gesamte Beanspruchung wird um 463 ha niedriger auf 563 ha geschätzt.

Kantone	2-spurig	FFF in ha (Länge x 40m Breite x 0.7 / 10'000)	4-spurig	FFF in ha (Länge x 50m Breite x 0.7 / 10'000)	Total FFF in ha
ZH	1'700	5	24'700	86	91
BE		# 1 A 7 A 7 A 7 A 7 A 7 A 7 A 7 A 7 A 7 A	13'400	47	47
OW	5'400	15			15
FR			16'800	59	59
SO			10'700	37	37
SH	1'600	4 - 4		ACCUSED TO A CONTROL OF THE STATE OF THE STA	4
SG	5'200	15	22'500	79	94
AG			14'900	52	52
TG		Control of Automotive State Section (Automotive State Section 1)	18'600	65	65
VD		1,100	28'400	99	99
VS			62'000	217	217
GE		9 81 WW 11 12 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13	13'400	47	47
JU		2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2	47'300	1739	173
Total	13'900	39	2'72'700	961	1000

Abb. 25 Zwischen 1991 und 2010 beanspruchte FFF durch Nationalstrassen-Projekte (Liner, 2001)

Die grossen Abweichungen zwischen den Resultaten von Liner und den Schätzungen mithilfe der Tools lassen sich einerseits dadurch erklären, dass der Datenstand, inkl. der berücksichtigten Projekte unterschiedlich war und andererseits wurden, nicht zuletzt aufgrund des unterschiedlichen Datenstandes, verschiedene Herangehensweisen gewählt. Das Vorhandensein der digitalen FFF und der teilweise sehr detaillierten digitalen Informationen zu den Infrastrukturen ermöglicht räumliche Abfragen. Dadurch können sowohl die räumliche Verteilung der FFF als auch die Eigenschaften der

Infrastrukturen (z.B. werden Tunnels und Brücken als nicht FFF-beeinflussend betrachtet) besser in den Schätzung berücksichtigt werden. In der Studie von Liner, war dies noch nicht möglich und die resultierenden Abschätzungen sind deshalb nur sehr begrenzt vergleichbar. Der grosse Unterschied zwischen der ausgewiesenen FFF-Beanspruchung der Transjurane und der geschätzten Beanspruchung kann nicht abschliessend erklärt werden, da nicht bekannt ist, wie die Bestimmung der 173 ha stattgefunden hat. Denn zum einen verläuft ein nicht unbedeutender Teil der Transjurane in Tunnels und zum anderen führen viele Abschnitte durch Waldgebiete. Dies schränkt die Abschnitte, welche FFF potentiell beeinflussen können deutlich ein.

35

#### 7 Fazit

Der vorliegende Bericht fasst die Resultate des Projekts *Bodeneingriff der Bundesinfrastrukturprojekte auf die Fruchtfolgeflächen* zusammen. In der ersten Phase wurde eine Methodik entwickelt, um die bisherige sowie die zukünftige Beanspruchung von Fruchtfolgeflächen abzuschätzen. Da die zu erarbeitende Methodik wesentlich von den verfügbaren Daten und deren Qualität abhängt, wurde letztendlich relativ viel Zeit in die Datensuche und -aufbereitung investiert. Dabei ist im Vordergrund, dass die vorgeschlagene Methodik umgesetzt werden kann.

Die vorgeschlagene Methodik besteht aus einem Prozessablauf und basiert grundsätzlich auf vorhandenen Daten. Die entwickelten Tools zeichnen sich durch folgende Eigenschaften aus:

- Nutzerorientiert: das Tool soll möglichst einfach die Fragen der Nutzer beantworten: wie viele FFF werden/wurden mit einem bestimmten Projekt beansprucht.
- Flexibilität: das Tool soll einerseits verschiedene Datengrundlagen berücksichtigen, andererseits getroffene Annahmen flexibel handhaben.
- Plausibilität: das Tool soll auf einer plausiblen Methodik und nachvollziehbaren Parametern basieren.
- Verlässlichkeit: das Tool soll einerseits eine möglichst präzise Schätzung ermöglichen, andererseits soll sie auch längerfristig reproduzierbare Resultate liefern.

Gerade bei der Schätzung der FFF-Beanspruchung seit 1992 müssen verschiedene Annahmen getroffen werden. Unsicherheiten liegen diesbezüglich vor allem bei der Annahme der damals ausgeschiedenen Fruchtfolgeflächen – wobei im Detail heute kaum mehr nachvollzogen werden kann, welche FFF bei der Ersterfassung bereits nicht mehr ausgeschieden wurden, im Wissen, dass entsprechende Flächen in den nächsten Jahren von nationalen Infrastrukturen überbaut werden. Weitere Unsicherheiten sind abhängig von den Informationen zu den Infrastrukturen, wie z.B. den zu berücksichtigten Strassenabschnitten (Brücken, Tunnels, etc.) und der durchschnittlichen Flächenbeanspruchung der verschiedenen Anlagen.

Bei der Schätzung der zukünftigen Beanspruchung liegen die Unschärfen in erster Linie bei den Annahmen zum Vorkommen und der Grösse von Strassen-Nebenanlagen sowie deren (gleichmässiger) Verteilung auf die Gesamtlänge der Hauptinfrastruktur. Durch die Anpassung der Input-Parameter können jedoch verschiedene Lösungsvarianten überprüft und einander gegenübergestellt werden.

Die in Phase I entwickelte Methode sowie die Parameter zur Schätzung der beanspruchten Fläche wurde anhand von georeferenzierten Luftbildern, den von den Kantonen erhobenen GIS-Daten der ausgeschiedenen Fruchtfolgeflächen sowie einer Feldbegehung anhand verschiedener Beispiele überprüft.

Ökologische Ausgleichsmassnahmen und Landumlegungen wurden in der Methodik nicht berücksichtigt, betreffen sie doch in der Regel keine Fruchtfolgeflächen.

In den Phasen II und III wurde die FFF-Beanspruchung durch vergangene (1992-2012) Neubauprojekte im Bereich Schienen und Nationalstrassen sowie geplante Schienen- und

Nationalstrassenbauvorhaben mit Hilfe der entwickelten Tools abgeschätzt. Die Ergebnisse zeigen eine Beanspruchung der FFF durch bereits realisierte Nationalstrassenprojekte (ca. 560 ha) und realisierte Bahnprojekte (50 ha). Die geplanten Strassen- und Schienenbauvorhaben dürften indes deutlich weniger FFF beanspruchen (ca. 50 ha, bzw. 30 ha).

#### 8 Literatur

Baudirektion Kanton Zürich (2009) Ein Jahrhundertbauwerk von nationaler Bedeutung: A3 Westumfahrung Zürich und A4 im Knonaueramt, Strasse und Verkehr, Zürich.

Bundesamt für Raumentwicklung ARE (2006) Sachplan Fruchtfolgeflächen FFF: Vollzugshilfe 2006, Bern.

Bundesamt für Raumentwicklung ARE (2010) Nationales Personenverkehrsmodell des UVEK, Basismodell 2005, UVEK, Bern.

Bundesamt für Verkehr BAV (1983) Ausführungsbestimmungen zur Eisenbahnverordnung, Stand 2012

Die Bundesversammlung der Schweizerischen Eidgenossenschaft (1960) Bundesbeschluss über das Nationalstrassennetz, Stand 2000.

Die Bundesversammlung der Schweizerischen Eigenossenschaft (1957) Eisenbahngesetz (EBG), Stand 2011.

Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation, Bundesamt für Strassen ASTRA (2002) Normalprofile, Rastplätze und Raststätten der Nationalstrassen, Richtlinie ASTRA 11001.

Eidgenössisches Justiz- und Polizeidepartement (EJPD) und eidgenössisches Volkswirtschaftsdepartement (EVD), Bundesamt für Raumplanung und Bundesamt für Landwirtschaft (1992) Sachplan Fruchtfolgeflächen (FFF), Festsetzung des Mindestumfangs der Fruchtfolgeflächen und deren Aufteilung auf die Kantone, Bern.

Eidgenössisches Volkswirtschaftsdepartement (EVD) (2011) Aussprachepapier zum Schutz des Kulturlandes: Auslegeordnung und Handlungsbedarf, Entwurf vom November 2011 für die Ämterkonsultation, Bern.

Heller, M. und A. Volk (1999) Die Schweizer Autobahn, Museum für Gestaltung Zürich, Zürich.

Jeuffroy G. und R. Sauterey (1991) *Dimensionnement des chaussées, 2e éditon,* Presses de l'école nationale des ponts et chaussées, Paris.

Kanton St. Gallen (1987) *N 3: Walensee Autobahn : Eröffnung 27. November 1987, Ausgabe 3,* TStV, Nationalstrassenbüro N1, N3, N13, St. Gallen.

Liner, M. (2001) Arbeitsmodul 4 zum Sachplan Fruchtfolgeflächen FFF, *Arbeitsmodul*, Bundesamt für Raumentwicklung (ARE), Bern.

Lorenz, M. und J. Lorenz (2006) *Handbuch Strassenbau: Grundlagen für Ausbildung und Praxis*, Fraunhofer Irb Verlag, Stuttgart.

Pöyry Infra und Kanton Zürich (2009) *Direkt Um Zürich: A3 Westumfahrung Zürich und A4 Im Knonaueramt*, Pöyry Infra Verlag, Zürich.

Schiemann, W. (2002) Schienenverkehrstechnik: Grundlagen Der Gleistrassierung, Vieweg +Teubner Verlag, Stuttgart / Leipzig / Wiesbaden.

Schweizerische Norm SN 640 039 (1994) Projektierung, Grundlagen; Einführung in die Normen über Projektierung der Linienführung, Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute (VSS), Zürich

Schweizerische Norm SN 640 040b (1994) Projektierung, Grundlagen; Strassentypen, Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute (VSS), Zürich

Schweizerische Norm SN 640 041 (1994) Projektierung, Grundlagen; Strassentyp: Hochleistungsstrassen, Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute (VSS), Zürich

Schweizerische Norm SN 640 200a (2003) Geometrisches Normalprofil; Allgemeinde Grundsätze, Begriffe und Elemente, Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute (VSS), Zürich

Schweizerische Norm SN 640 201 (1992) Geometrisches Normalprofil; Grundabmessungen und Lichtraumprofil der Verkehrsteilnehmer, inkl. Anhänge 1 und 2, Schweizerischer Verband der Strassenund Verkehrsfachleute (VSS), Zürich

Schweizerische Norm SN 640 202 (1992) Geometrisches Normalprofil; Erarbeitung, Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute (VSS), Zürich

## **Anhang**

PROJ_NR	NAME	JAHR	NEUBAU/AUSBAU
1 n.v.		1993/1997	Neubau
2 n.v.		2005	Neubau
3 n.v.		2005	Neubau
5 n.v.		1996/2001	Neubau
6 n.v.		2011	Neubau
7 n.v.		1998/2005	Neubau
8 n.v.		1995/2012	Neubau
9 n.v.		2002	Neubau
10 n.v.		1993	Neubau
11 n.v.		1993/1996/1999	Neubau
12 n.v.		2002	Neubau
13 n.v.		1996	Neubau
14 n.v.		2009	Neubau
16 n.v.		1997	Neubau
19 n.v.		1996	Neubau
20 n.v.		1996/2000	Neubau
21 n.v.		1992	Neubau
22 n.v.		1993	Neubau
25 n.v.		1995	Neubau

<sup>6</sup> Relevante Nationalstrassenprojekte zwischen 1992 und 2012

PROJ_NR	NAME	JAHR	NEUBAU/AUSBAU
4 n.v.		1993/1995	Neubau
15 n.v.		2008	Neubau
17 n.v.		1995	Neubau
18 n.v.		2006	Neubau
23 n.v.		2006	Neubau
24 n.v.		1998	Neubau

<sup>7</sup> Weitere Nationalstrassenprojekte zwischen 1992 und 2012 (tangieren keine FFF)

PROJ_NR	NAME	JAHR	NEUBAU/AUSBAU
109	Emmenbrücke-Waldibrücke	1998	Neubau + Tunnel
112	Klosters-Sagliains	1999	Neubau
116	Vauderens-Sivirez	2001	Neubau
122	Reinach-Menziken	2002	Neubau
133	Aespli-Wanzwil-Rothrist	2004	Neubau

8 Relevante Schienenprojekte zwischen 1992 und 2012

PROJ_NR	NAME	JAHR	NEUBAU/AUSBAU
102	Realp-Tiefenbach	1992	Neubau
108	Bern Zytglogge-Bern Helevtiaplatz	1997	Ausbau
110	Blonay-Chamby	1998	Neubau
113	Sagliains Nord-Susch	1999	Neubau
114	Furka-Gletsch	2000	Neubau
118	Riffelalp-Riffelberg Hotel	2001	Ausbau
130	Nyon-Les Plantaz	2004	Neubau
134	Horw-Hergiswil	2006	Neubau
135	Küblis-Saas	2006	Neubau
137	Frutigen-Frutigen Nordportal	2007	Neubau
138	Kalpetran-Kipferwald	2007	Neubau
140	Ouchy-Croisettes	2008	Neubau
101	Herzogenbuchsee-Solothurn	1992	Ausbau
103	Castione-Arbedo-Cama	1993	Ausbau
106	Solothurn-Büren an der Aare	1994	Ausbau
107	Etzwilen-Ramsen-(Singen)	1996	Ausbau
111	Segnas-Disentis/Mustér	1999	Ausbau
117	Bel-Air LEB-Cheseaux	2001	Ausbau
119	Pont du Rhone-Corbier	2001	Ausbau
120	Langenthal-Herzogenbuchsee	2002	Ausbau
121	Roggwil-Wynau-Langenthal	2002	Ausbau
132	Grand-Moulin-Bévieux	2004	Ausbau
139	Brig-Bitsch	2007	Ausbau

<sup>9</sup> Weitere Schienenprojekte zwischen 1992 und 2012 (tangieren keine FFF)

PROJ-NR	NAME	JAHR	NEUBAU/AUSBAU
1/2	Goulet d'étranglement de Crissier	n.v.	Ausbau
3	Genève Aéroport - Le Vengeron	n.v.	Ausbau
4	Luterbach - Härkingen - Wiggertal	n.v.	Ausbau
5	Nordumfahrung Zürich	n.v.	Ausbau
6	Blegi - Rütihof	n.v.	Ausbau
16	Zürich Nord - Zürich Flughafen	n.v.	Ausbau
17	Wankdorf - Schönbühl	n.v.	Ausbau
18	Perly - Bernex - Genève Aéroport	n.v.	Ausbau
19	Le Vengeron - Coppet	n.v.	Ausbau
21	Umfahrung Winterthur	n.v.	Ausbau
24	Andelfingen - Winterthur	n.v.	Ausbau
27	Wiggertal - Oftringen	n.v.	Ausbau
29	Wallisellen - Brüttisellen	n.v.	Ausbau

10 Relevante geplante Nationalstrassen-Projekte

PROJ-NR	NAME	JAHR	NEUBAU/AUSBAU
7	Villars-Ste-Croix - Cossonay	n.v.	Ausbau
8	Coppet - Nyon	n.v.	Ausbau
9	Schönbühl - Kirchberg	n.v.	Ausbau
10	Muri - Rubigen	n.v.	Ausbau
11	Rütihof - Buchrain - Rotsee	n.v.	Ausbau
12	Aarau Ost - Birrfeld	n.v.	Ausbau
13	Westumfahrung Zürich	n.v.	Ausbau
14	Wettingen - Dietikon	n.v.	Ausbau
15	2. Röhre Fäsenstaubtunnel Schaffhausen	n.v.	Ausbau
19	Le Vengeron – Coppet	n.v.	Ausbau
20	Kreuzbleiche - Neudorf (3. Röhre Rosenbergtunnel)	n.v.	Ausbau
22	Lugano Süd - Mendrisio	n.v.	Ausbau
23	Bypass LU (inkl. Ergänzung Süd) +Erweiterung Nord	n.v.	Ausbau
25	Hagnau - Liestal - Augst	n.v.	Ausbau
26	Wankdorf Muri	n.v.	Ausbau
28	Augst - Verzweigung Rheinfelden	n.v.	Ausbau

<sup>11</sup> Weitere geplante Nationalstrassen-Projekte (tangieren keine FFF)

PROJ- NR	NAME	JAHR	NEUBAU/ AUSBAU
1	Knoten Lausanne-Renens	n.v.	Ausbau
2	Pied du Jura Lausanne - Bienne - Olten	n.v.	Ausbau
3	Lausanne - Berne: augmentation de la capacité et des prestations	n.v.	Neubau/Ausbau
4	Maintien des capacités pour trafic marchandises LS - GE	n.v.	Ausbau
8	RBS Regionalverkehr Bern-Solothurn	n.v.	Ausbau
14	Augmentation de la Capacité Contone-Tenero	n.v.	Ausbau
15	Augmentation de la Capacité et des prestations Zurich-Winterthur	n.v.	Neubau/Ausbau
18	Voies de dépassement Zürich-Coire	n.v.	Ausbau
20	Eppenbergtunnel + Vierpurausbau Dulliken - Däniken	n.v.	Ausbau

<sup>12</sup> Relevante geplante Schienen-Projekte