

Masterarbeit

Abhängigkeit von GIS-Software in der öffentlichen Verwaltung

*Wie kann die Verbreitung von QGIS als Open Source-Software
gefördert werden?*

eingereicht an der
Wirtschafts- und Sozialwissenschaftlichen Fakultät
der Universität Bern

Institut für Wirtschaftsinformatik
Forschungsstelle Digitale Nachhaltigkeit

Dr. Matthias Stürmer

eingereicht von
Barbara Teuscher
von Kriens, LU und Bern, BE
im 20. Semester
Matrikelnummer: 08-510-026

Studienadresse
Lerberstrasse 9
3013 Bern
079 383 64 55
barbara.stutz@students.unibe.ch

Bern, 14.9.2018

Zusammenfassung

Diese Studie untersucht für GIS-Software bei der öffentlichen Hand, inwiefern eine Abhängigkeit von proprietären Software-Anbietern besteht und welche Hindernisse einer Migration auf Open Source GIS-Software im Wege stehen. Dazu wurden Interviews mit Vertretern von neun GIS-Fachstellen von Gemeinden und Kantonen geführt und mittels Codierung ausgewertet. Die Analyse zeigte, dass ein Wechsel auf Open Source-GIS für viele nicht attraktiv ist: Wegen indirekte Netzwerkeffekte und Switching Costs sowie fehlender Vorteile von Open Source ist ein Verbleiben beim proprietären Anbieter die bevorzugte Wahl. Rahmenbedingungen wie die Zentralisierung der GIS-Aufgaben, die Grösse der Behörde sowie die Art des Budgets (Personal- oder Sachkredit) beeinflusst, ob ein Wechsel auf Open Source-GIS möglich ist.

Summary

This case study for the use of open source and proprietary GIS software in Swiss public administration aims at shedding light on the obstacles that prevent customers of proprietary GIS software from switching to an open source alternative. Nine representatives of GIS units of municipalities or cantons were interviewed. The interviews were analysed using provisional and hypothesis coding. The analysis showed that direct network effects in terms of compatibility are not an issue. Instead, it is indirect network effects and switching costs as well as little expected benefits that prevent a migration to open source GIS. Furthermore, it seems likely that the organizational structure and size as well as the allocation of resources plays a role in whether a GIS team considers migrating to an open source software provider.

Dank

Herzlicher Dank gebührt folgenden Personen, die mich bei dieser Masterarbeit unterstützt haben: Dr. Matthias Stürmer von der Forschungsstelle Digitale Nachhaltigkeit an der Universität Bern für die Betreuung der Arbeit Andreas Noack, Stadt Zürich, und Pascal Kuhn, Kanton Bern, für Inspiration bei der Themensuche, Adam Duraj für ein Paper, das online nicht mehr verfügbar war,

Vor allem aber bedanke ich mich bei allen Interviewpartnern, die sich Zeit genommen haben, mir über ihre GIS-Stellen und ihre Ansichten Auskunft zu geben und mir damit einen spannenden Einblick in ihre Tätigkeit erlaubt haben: Christian Katterfeld, Kanton Basel Stadt; Christine Früh und Marcel Beyeler, Stadt Bern; Vincent Grandgirard, Kanton Fribourg; Ivo Moser, Gemeinde Köniz; Carlos Gil, Stadt Lausanne; Anatol Wuwer, Stadt Thun; Martin Barucci, Kanton Thurgau; Rainer Oggier, Kanton Wallis; Andreas Neumann, Kanton Zug.

.

Inhaltsverzeichnis

ZUSAMMENFASSUNG	I
SUMMARY	I
DANK	II
INHALTSVERZEICHNIS	III
1 EINLEITUNG	5
1.1 Ausgangslage	5
1.2 Problemstellung	7
1.2.1 Abhängigkeit von Software-Herstellern	7
1.2.2 Open Source	8
1.2.3 Theoretischer Hintergrund	9
1.2.4 Eingrenzung	10
1.3 Zielsetzung	13
1.4 Aufbau der Arbeit, methodisches Vorgehen	14
2 ABHÄNGIGKEIT	FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.
2.1 Abhängigkeit	15
2.2 Netzwerkeffekte	17
2.3 Switching Costs und Expected Benefits	18
2.4 Pfadabhängigkeit	20
2.5 Zusammenfassung und Framework für die Untersuchung	24
3 METHODEN	25
3.1 Datenerhebung	25
3.1.1 Experteninterviews	25
3.1.2 Interviewtechnik	26
3.1.3 Expertendefinition und Auswahl der Interviewpartner	26
3.2 Datenauswertung	27
4 ERGEBNISSE	30
4.1 Interviews	30
4.2 Netzwerkeffekte	31
4.2.1 Datenaustausch - direkte Netzwerkeffekte zwischen Organisationen	31
4.2.2 Komplementärgüter – Indirekte Netzwerkeffekte auf Marktebene, direkte Netzwerkeffekte innerhalb der Organisation	34

Inhaltsverzeichnis	IV
4.2.3 Indirekte Netzwerkeffekte – Wissensaustausch	35
4.3 Switching Costs	38
4.3.1 Procedural Switching Costs	39
4.3.2 Financial Switching Costs	40
4.3.3 Relational Switching Costs	41
4.3.4 Migration auf neue Versionen	42
4.4 Expected Benefits	42
4.4.1 Kosten	43
4.4.2 Qualität und Funktionen	43
4.4.3 Wartung, Betreuung und Migration auf eine neue Version	44
4.4.4 Abhängigkeit	45
4.4.5 Persönliche Motive	48
4.5 Pfadabhängigkeit	49
4.6 Ressourcen und Organisationsstruktur	51
4.6.1 Zentralisierung der GIS-Aufgaben	51
4.6.2 Anzahl Benutzer und Stellenprozent in der GIS-Fachstelle	52
4.6.3 Finanzielle und personelle Ressourcen	53
5 DISKUSSION	54
5.1 Die zwei Seiten von INTERLIS, FME und QGIS	54
5.2 Das Potential von Open Source-GIS	55
5.2.1 Switching Costs im Beschaffungsrecht	56
5.2.2 Stärken und Schwächen von Open Source-GIS	57
5.2.3 Chancen und Risiken von Open Source-GIS	58
5.2.4 Empfehlungen zur Förderung von Open Source-GIS	60
5.3 Eignung der angewandten Methoden	62
6 FAZIT UND AUSBLICK	64
ANHANG	67
ABBILDUNGSVERZEICHNIS	67
TABELLENVERZEICHNIS	67
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	68
LITERATURVERZEICHNIS	69
SELBSTÄNDIGKEITSERKLÄRUNG	75
VERÖFFENTLICHUNG DER ARBEIT	76

1 Einleitung

1.1 Ausgangslage

In der Schweiz betrug im Jahr 2015 die Auftragssumme der öffentlichen Beschaffung allein der zentralen Bundesverwaltung 5.65 Mia CHF; die öffentliche Beschaffungstätigkeit ist somit ein wesentlicher Faktor in der Schweizerischen Volkswirtschaft und beeinflusst den Markt wesentlich (Botschaft / Bericht des Bundesrates, 2017; Gauch, 1997). Deshalb ist es wichtig, dass die beschaffenden Stellen die Steuergelder sinnvoll einsetzen und dabei auf Fairness gegenüber allen Anbietern achten. Die gesetzlichen Vorgaben sollen sicherstellen, dass folgende Ziele der öffentlichen Beschaffung erreicht werden: Wirtschaftlicher Einsatz der öffentlichen Mittel, Gleichbehandlung und Nichtdiskriminierung der Anbieterinnen, Förderung des Wettbewerbs, Transparenz der Verfahren, (im noch im Entwurf befindlichen neuen Beschaffungsrecht auch Nachhaltigkeit) (Botschaft Totalrevision BöB, 2017). Diese Prinzipien werden durch eine Reihe von internationalen Abkommen und Gesetzen auf nationaler, kantonaler und kommunaler Ebene umgesetzt (Schneider Heusi, 2013). Häufig ist die Gültigkeit der gesetzlichen Regelungen mit den drei Faktoren Auftraggeber, Art des Auftrags und Schwellenwert eingeschränkt (Jäger, 2013).

Bei der öffentlichen Beschaffung sind die Vergabearten offenes Verfahren, selektives Verfahren, Einladungsverfahren sowie freihändiges Verfahren vorgesehen (BöB, 1994, para. Art. 14-16; VöB, 1995, para. Art. 34). Bei einer freihändigen Vergabe verhandelt die Beschaffungsstelle direkt mit einem Anbieter, ohne vorher den Auftrag öffentlich auszuschreiben oder mehrere Anbieter zu einem Angebot einzuladen (Botschaft Totalrevision BöB, 2017). Weil Wirtschaftlichkeit, Transparenz und Wettbewerb beim freihändigen Verfahren nur unzulänglich umgesetzt werden, sind offenes und selektives Verfahren die überlegenen, zu bevorzugenden Verfahren (Botschaft Totalrevision BöB, 2017). Freihändige Vergaben sind nur erlaubt bei Bagatellaufträgen, die unterhalb der Schwellenwerte des jeweiligen anwendbaren Rechts liegen, sowie bei Vorliegen eines der im anwendbaren Gesetz vorgesehenen Ausnahmetatbestandes (Jäger, 2013; Schneider Heusi, 2013).

Auch Vergaben im offenen oder selektiven Verfahren oder im Einladungs-Verfahren können die Grundsätzen der öffentlichen Beschaffung unterlaufen, wenn sie die vom Beschaffungsrecht geforderten Qualitätsmerkmale nicht erfüllen (Botschaft Totalrevision BöB, 2017): Unter anderem muss die Ausschreibung so getätigt werden, dass unterschiedliche Anbieter ein Angebot einreichen können (im Gegensatz zu sogenannten in-brand Ausschreibungen, wo der Name eines Anbieters oder eines Produkts genannt werden (European Commission, 2013; Open Forum Europe, 2014; Stürmer, Krancher, & Myrach, 2017)). Ein Dienstleistungsvertrag darf nicht ungebührlich lange abgeschlossen werden, damit regelmässig wieder eine Konkurrenzsituation entsteht (Botschaft Totalrevision BöB, 2017). Bei sich wiederholenden Beschaffungen oder Dauerverträgen gilt je nach Ebene und Kanton in der Regel eine Maximaldauer von fünf bis sieben Jahren (Schneider Heusi, 2013).

Obwohl das freihändige Vergabeverfahren bezüglich Wirtschaftlichkeit, Transparenz und Wettbewerb den anderen Verfahren unterlegen ist (Botschaft Totalrevision BöB, 2017), wird es regelmässig angewandt: In der Schweiz vergibt die öffentliche Hand bei IT-Projekten signifikant mehr Aufträge freihändig, als bei anderen Beschaffungen (Moser, 2017; Stürmer et al., 2017), nämlich ein Drittel bis die Hälfte der Beschaffungen (Moser, 2017; Stürmer et al., 2017). Art. 13 lit. a-i der Verordnung über das öffentliche Beschaffungswesen (VöB) listet abschliessend die Voraussetzungen für eine freihändige Vergabe auf. Bei freihändigen Beschaffungen im ICT-Bereich werden in der überwiegenden Zahl der Fälle eine Ausnahme entweder nach VöB Art. 13 Abs. 1 lit. c (geistiges Eigentum¹) oder Art. 13. Abs. 1 lit. f (Austauschbarkeit mit vorhandenen Dienstleistungen²) beansprucht (Stürmer et al., 2017; Wittwer, 2017). Politiker kritisieren den hohen Anteil an freihändigen IT-Vergaben (von Graffenried, 2011).

¹ «Aufgrund der technischen oder künstlerischen Besonderheiten des Auftrages oder aus Gründen des Schutzes geistigen Eigentums kommt nur ein Anbieter oder eine Anbieterin in Frage, und es gibt keine angemessene Alternative.» VöB Art. 13 Abs. 1 lit. c

² «Leistungen zur Ersetzung, Ergänzung oder Erweiterung bereits erbrachter Leistungen müssen dem ursprünglichen Anbieter oder der ursprünglichen Anbieterin vergeben werden, weil einzig dadurch die Austauschbarkeit mit schon vorhandenem Material oder Dienstleistungen gewährleistet ist.» VöB Art. 13 Abs. 1 lit. f

Zu dem hohen Anteil an freihändigen Vergaben im IT-Bereich kommt eine fehlerhafte Publikation der freihändigen IT-Vergaben in 30% der Fälle (Wittwer, 2017). Ähnlich ist die Situation in der EU, wo bei Ausschreibungen für Softwareprodukte in einem Fünftel der Fälle eine Marke namentlich genannt wird (Open Forum Europe, 2014) und Namen von Produkten, Herstellern oder proprietären Standards in öffentlichen Beschaffungen relativ gebräuchlich sind (Europe Economics, 2012).

Neben den im Gesetz genannten, anerkannten Gründen gibt es eine Anzahl weitere Beweggründe für eine freihändige Vergabe, die jedoch rechtlich nicht legitimiert sind, wie beispielsweise der Wunsch nach einer unkomplizierten und flexiblen Vergabe ohne Gefahr eines Anfechtungsverfahrens, schlimmstenfalls könnten sogar unlautere Motive wie die Begünstigung von Nahestehenden oder Korruption eine Direktvergabe motivieren (Poledna & do Canto, 2009). Es kommt selten zu Beschwerden gegen unkorrekte Ausschreibungen oder freihändige Vergaben³. Da die Direktvergabe wegen Abhängigkeit von bestehenden Anbietern rechtlich zumindest als problematisch und diskussionswürdig eingestuft wird, besteht hier ein Spannungsfeld zwischen Sachzwängen und der rechtlichen Forderung nach transparenter und marktwirtschaftlicher Beschaffung (Poledna & do Canto, 2009).

1.2 Problemstellung

1.2.1 *Abhängigkeit von Software-Herstellern*

Unabhängig von der Rechtmässigkeit von freihändigen Vergaben und in-brand-Ausschreibungen ist deren gehäuftes Auftreten im IT-Bereich vermutlich oftmals Symptom für ein Grundproblem: die Abhängigkeit der beschaffenden Stellen von den Software-Anbietern (Stürmer et al., 2017). Ein solches Lock-In mit früheren IT-Anbietern kann unterschiedliche Ursachen haben, beispielsweise die Gewöhnung an ein Produkt, Angst davor, dass ein Wechsel scheitert und man dafür kritisiert wird,

³ In einem Fall, wo Open-Source-Anbieter Beschwerde gegen die freihändige Vergabe von Microsoft-Lizenzen durch den Bund einlegten, stütze das Bundesgericht den Entscheid des Verwaltungsgerichts, den Beschwerdeführern die Beschwerdelegitimation zu verneinen (Bundesgericht, 2011).

mangelnde Kenntnis von Alternativen oder Vermeidung von Ausschreibungsaufwand (Stürmer et al., 2017)

Die Folgen von Abhängigkeit und mangelndem Wettbewerb können gravierend sein: Da die öffentliche Hand im Softwaremarkt durch das hohe Beschaffungsvolumen ein einflussreicher Teilnehmer ist, ist die Beschaffung von Software für die öffentliche Hand nicht nur eine betriebliche, sondern auch eine strategische und politische Frage (Bouras et al., 2014). Als wichtige Kunden von Software-Anbietern beeinflussen die verschiedenen Institutionen der öffentlichen Hand mit ihren Beschaffungsentscheidungen den Wettbewerb und die Innovationstätigkeit (Europe Economics, 2012). So kann der hohe Anteil direkter Vergaben im IT-Bereich längerfristig den Wettbewerb und den freien Markt behindern und damit zu höheren Ausgaben und weniger Innovationen führen (Stürmer et al., 2017).

1.2.2 Open Source

Die Verwendung von Open Source -Lösungen birgt das Potenzial, Abhängigkeiten von Software-Herstellern zu reduzieren (Stürmer et al., 2017). Eine wichtige Open Source-Lizenz ist beispielsweise die GNU General Public License (GPL). Die GPL ist eine freie Copyleft-Lizenz, wobei mit «free» nicht kostenlos gemeint ist, sondern die Freiheit, Kopien der Software (gegen Gebühr oder gratis) weiterzugeben, den Sourcecode zu erhalten, die Software oder Teile davon zu ändern oder in neuen Programmen zu verwenden, und das Wissen um all diese Freiheiten (Free Software Foundation Inc., 2007). Wird eine unter der GPL veröffentlichte Software verändert oder ein Teil davon in einem neuen Programm weiterverwendet, muss aufgrund des «Copyleft-Mechanismus» das daraus entstehende Produkt ebenfalls unter der GPL veröffentlicht werden; Kopien oder Derivate aus GPL-Produkten dürfen also die von der GPL garantierten Freiheiten nicht einschränken (Ernst & Young, 2011; Free Software Foundation Inc., 2007). Durch diesen Mechanismus kann Open Source Software zukünftige Monopole und Monopolpreise glaubhaft verhindern (K. X. Zhu & Zhou, 2012). Für die öffentliche Verwaltung kann Open Source Software verschiedene Vorteile bieten, wie zum Beispiel geringere Abhängigkeit von Software-Herstellern, bessere Integration von Software Dritter, schnellere Verbesserung der

Software, weniger oder keine Lizenzkosten oder bessere Zusammenarbeit mit anderen Verwaltungseinheiten dank offener Standards (Bibby & Ducke, 2017; Bouras et al., 2014; Dilmurad, Kerem, Murat, & Sami, 2011), Auch bietet sich Open Source Software aufgrund des offengelegten Sourcecodes eher für den Einsatz agiler Entwicklungsmethoden an, was für die öffentlichen Administration empfohlen ist (Stephen et al., 2010).

Dennoch setzt sich Open Source in gewissen Bereichen erst sehr zögerlich oder noch gar nicht durch. Es sind zahlreiche Hinderungsgründe für den Einsatz von Open Source bekannt (SwissICT & CH Open, 2018), trotzdem zeigt eine Schweizer Studie von 2018, dass nur 18,9% der befragten Unternehmen und Behörden finden, die Hinderungsgründe für den Einsatz von Open Source überwiege gegenüber den Pro-Argumenten; 27% finden, Vor- und Nachteile würden sich die Waage halten. Mit 54% überwiegen für mehr als die Hälfte der Befragten die Gründe für den Einsatz von Open Source gegenüber den Hinderungsgründen (SwissICT & CH Open, 2018). Der tatsächliche Einsatz fällt aber je nach Bereich sehr unterschiedlich aus, so geben 78,9% der Befragten an, offene Programmiersprachen zu verwenden, nur 4,7% verwenden aber Open Source CAD.

1.2.3 Theoretischer Hintergrund

Bei der Abhängigkeit von einem Anbieter wird von einem sogenannten Vendor Lock-In gesprochen (Jansen, Brinkkemper, Souer, & Luinenburg, 2012; Morgan & Finnegan, 2007; Opara-Martins, Sahandi, & Tian, 2016; Razavian, Khani, Yazdani, & Ghassemi, 2013; Shane, 1997; Stürmer et al., 2017; K. X. Zhu & Zhou, 2012). Lock-In ist eine Situation, in der die Flexibilität für Entscheidungen verloren gegangen ist (Sydow, Schreyögg, & Koch, 2009). Hier wird der Begriff für eine Situation starker Abhängigkeit verwendet. Mögliche Ursachen für Lock-In sind fehlende Alternativangebote (Sydow et al., 2009), Netzwerkeffekte (Farrell & Klemperer, 2006) und Switching Costs (Davis, 2015). Netzwerkeffekte bezeichnen den Nutzen, den ein Anwender hat, wenn viele andere Anwender die gleiche Technologie verwenden (Ghosh, 2005). Switching Costs oder Exit Costs entstehen, wenn ein Konsument ein Produkt oder eine Dienstleistung wiederholt konsumiert und es ihn teuer zu stehen

kommt, für diese Dienstleistung oder dieses Produkt bzw. für damit zusammenhängende Beschaffungen auf einen anderen Anbieter zu wechseln (Farrell & Klemperer, 2006). Pfadabhängigkeit beschreibt den Prozess, wo aufgrund von Netzwerkeffekten und Switching Costs ein Lock-In auf einer zufälligen Lösung von mehreren valablen Optionen auftritt (W. Brian Arthur, 1989).

1.2.4 Eingrenzung

Geographische Informationssysteme (GIS) bezeichnen ein Set von [Software]Tools, die das Sammeln, Sichern und Abrufen, Transformieren und Anzeigen von räumlichen Daten [...] für bestimmte Zwecke [ermöglichen] (Burrough, McDonnell, & Lloyd, 2015). GIS werden in unterschiedlichen Bereichen wie der Privatwirtschaft (z.B. Kulak Odermatt, (2016); Simon, (2013)), in der Wissenschaft (z.B. Rogers & Staub, (2013)) sowie in der öffentlichen Verwaltung (z.B. Bibby & Ducke, (2017); Kulak Odermatt, (2016)) eingesetzt. Im Geoinformationsmarkt ist die öffentliche Verwaltung ein wichtiger Nachfrager⁴ (Frick, Strahm, & Notter, 2016).

Für GIS-Software gibt es einige kommerzielle Anbieter. QGIS ist eine Open-Source-Alternative, allerdings sind die kommerziellen Angebote und insbesondere ArcGIS-Software der Firma esri vermutlich zumindest in der Schweiz Marktführer: So verwenden beispielsweise mindestens die Hälfte der Kantone ArcGIS als GIS-Software, denn 14 Kantone sind Mitglied bei der IGArc, einer Interessengruppe von esri-Kunden (KKGeo, 2018). Es gibt in der Schweiz einige Beispiele, wo Institutionen der öffentlichen Hand, wie z.B. kantonale oder städtische Verwaltungen, die ETH und auch Private wie ein Ingenieurbüro QGIS erfolgreich einsetzen (Kulak Odermatt, 2016). Es stellt sich die Frage, weshalb diese Beispiele immer noch eher

⁴ Die Untersuchung von (Frick et al., 2016) lässt keine genauen Angaben zu, aber ein Grossteil (über 70%) des GIS-Marktvolumens entfällt auf Absatzmärkte, wo die öffentliche Hand direkt oder indirekt Einfluss hat: Vermessungswesen, Raumplanung, Bau und Planung von Infrastrukturen, Energie- und Wasserwirtschaft, Kartografie. Klar privatwirtschaftlich orientierte Bereiche wie Freizeit, Tourismus, Marketing und Marktforschung, Gross- und Detailhandel spielen dagegen mit nicht einmal 15% eine marginale Rolle (Frick et al., 2016). 93% der Anbieter auf dem Geoinformationsmarkt geben an, dass unter anderem Organisationen der öffentlichen Hand zu ihren Kunden gehören (Frick et al., 2016).

die Ausnahme als die Regel sind, wo doch Open Source gerade bezüglich der Abhängigkeit gegenüber den kommerziellen Produkten deutliche Vorteile aufweist.

Die Nutzung von GIS in der öffentlichen Verwaltung wird zumindest teilweise durch gesetzliche Vorgaben geprägt: Im Rahmen der gesetzlich vorgeschriebenen Bereitstellung von Geobasisdaten (GeoIV, 2008), der amtlichen Vermessung und der Leitungskataster (VAV, 1992) und der ÖREB-Kataster (ÖREBKV, 2009) müssen Bund, Kantone und Gemeinden im GIS-Bereich zusammenarbeiten. Es gibt auch einen Schweizer Standard einer Datenbeschreibungssprache für Geodaten: INTERLIS, der von Bund, Kantonen und Gemeinden zum Datenaustausch genutzt wird (INTERLIS2018). Die gesetzlich geforderte Zusammenarbeit zwischen den Behörden und der Standard INTERLIS könnten die Abhängigkeit beeinflussen und so die Bedeutung von politischen Entscheiden und Vorgaben für Abhängigkeit verdeutlichen. Deshalb ist der GIS-Bereich ein besonders interessantes Beispiel für die Abhängigkeit von Software-Herstellern in der öffentlichen Verwaltung.

Auf europäischer Ebene ist esri ein Anbieter, dessen Markenname in Ausschreibungen wiederholt genannt wird (Open Forum Europe, 2014). Auch in der Schweiz gibt es zahlreiche Hinweise darauf, dass Abhängigkeit von GIS-Anbietern vorkommt. Beispielsweise schreibt der Kanton Bern explizit in seiner Geoinformationsstrategie, dass er die seit den 90er-Jahren bestehende Zusammenarbeit mit der Firma esri fortführen wolle und schreibt die ArcGIS-Produkte für all seine Verwaltungseinheiten vor (Amt für Geoinformation & Koordinationsstelle Geodat, 2009).

Auch wurden auf simap.ch in den letzten drei Jahren mehrere freihändige Vergaben an esri und eine freihändige Vergabe an Geomedia aufgeschaltet, ausserdem gibt es eine Reihe von Ausschreibungen, in denen ArcGIS-Kenntnisse gefordert werden (Abfrage auf www.simap.ch am 28.8.2018 und 14.2.2018). Eine Untersuchung der Einträge auf der Beschaffungsplattform simap.ch von 2007 bis 2015 von (Moser, 2017) zeigte, dass esri als führender Anbieter von GIS-Systemen mit zwölf Zuschlägen unter den 20 IT-Anbietern mit den meisten freihändigen Zuschlägen auftaucht,

wobei diese zwölf gleichzeitig alle Zuschläge für die Firma esri⁵ repräsentieren. In Ausschreibungen mit Geoinformatikbezug tauchen auch weitere Markennamen wie FME, Oracle, MS Server etc. auf (Bundesamt für Strassen ASTRA, 2017). Interessanterweise ist auch ein freihändiger Zuschlag an die Firma CampToCamp verzeichnet, die sich auf Dienstleistungen Open Source Software spezialisiert hat⁶ (Moser, 2017). Dieses Beispiel illustriert, dass es auch bei Verwendung von Open Source-Produkten zu Abhängigkeiten und freihändigen Vergaben kommen kann. Dass Open Source-Produkte in offenen oder selektiven Vergaben durchaus konkurrenzfähig sind, zeigt neben dem Beispiel CampToCamp mit drei gewonnenen offenen Vergaben das Beispiel des Open Source Software-Dienstleisters Sourcepole: Sourcepole hat in zwei Ausschreibungen mit insgesamt fast 1'920'000 CHF Umsatz den Zuschlag erhalten, keine davon war eine freihändige Vergabe (Moser, 2017). Aus diesen Beispielen wird klar, dass in der Geoinformatik wie allgemein in der IT-Branche freihändige Vergaben bedeutend sind. Bei esri-Kunden lässt sich eine Abhängigkeit vom Softwareanbieter vermuten. Ebenfalls zeigt sich, dass Open Source-Produkte in offenen Ausschreibungen gute Chancen haben. Im GIS-Bereich gibt es also sowohl starke Anzeichen für Abhängigkeit von proprietären Anbietern wie auch valable Open Source-Alternativen.

Da die Verwaltungseinheiten in der Regel ein GIS-System bestehend aus Datenbanken, Servern, Schnittstellensoftware, Internet, Intranet und einer Desktop-GIS-Anwendung führen, sollen alle Komponenten berücksichtigt werden, wobei der Fokus klar auf Desktop-GIS liegt. Desktop-GIS-Software wird von GIS-Experten für die Funktionen der Datenerfassung und Datenaufbereitung, Datenmanagement, Speicherung und Unterhalt, Datenbearbeitung und Datenanalyse sowie Datenpräsentation

⁵ Ob im betrachteten Zeitraum weitere Ausschreibungen im offenen oder selektiven Verfahren vorgelegen haben, auf die sich esri bewerben konnte, und falls ja, ob esri an solchen Ausschreibungen teilnahm und verlor, bleibt offen. Unter den 20 mit freihändigen Zuschlägen umsatzstärksten IT-Unternehmen taucht esri nicht auf, was entweder eher geringen Auftragsvolumina oder fehlenden Angaben zum Zuschlagspreis geschuldet ist (Moser, 2017). Der (angegebene) Umsatz aus den auf simap.ch publizierten Vergaben an esri im Zeitraum 2007-2015 wird mit knapp 15'650'000 CHF beziffert (Moser, 2017).

⁶ Der Umsatz dieser freihändigen Vergabe beläuft sich auf 360'000 und steht einem Gesamtumsatz von über 5'740'000 CHF aus insgesamt vier Zuschlägen gegenüber (Moser, 2017)

eingesetzt (Huisman & de By, 2009). Weil Softwarelösungen, die man als Desktop-GIS bezeichnet, heute zwar bei allen Interviewpartnern eingesetzt werden, sich aber eine baldige Verschiebung dieser Funktionalitäten in den Webbereich abzeichnet, wird im Folgenden der Begriff «Experten-GIS» verwendet: Damit wird ein GIS bezeichnet, das die traditionell von Desktop-GIS angebotenen Funktionalitäten bietet.

Untersucht wird die GIS-Beschaffung bei Kantons- und Gemeindeverwaltungen. Die Kantonsverwaltung ist das Bindeglied zwischen dem Bund und den Gemeinden, einerseits durch die eidgenössischen Vorgaben gesteuert, andererseits kann sie Vorgaben gegenüber den Gemeinden erlassen. Als weiterer Akteur sollen beispielhaft einige Gemeinden untersucht werden, um in Sachen Zusammenarbeit zwischen Kanton und Gemeinden die Perspektive der anderen Seite einzunehmen. Weiter finden auf Stufe Gemeinde häufig Kontakte mit privaten Bezüglern von Geodaten statt, beispielsweise Ingenieur- und Planungsbüros, die im Auftrag der Stadt GIS-Daten verwenden oder erzeugen oder auch Aufträge von Privaten bearbeiten und dafür Geodaten von den Gemeinden beziehen müssen. Auch hier sind Netzwerkeffekte denkbar.

1.3 Zielsetzung

Es wurde gezeigt, dass bei GIS-Softwarebeschaffungen Wettbewerbsprobleme im Sinne von freihändigen Vergaben oder einschränkenden Vorgaben bei Ausschreibungen relativ oft vorkommen. Der Einsatz von Open Source könnte diese Abhängigkeit verringern, auf der anderen Seite ist vielleicht gerade wegen der bereits bestehenden Abhängigkeit ein Wechsel auf Open Source gar nicht erst möglich (SwissICT & CH Open, 2018). Hinderungsgründe gegen und Motive für den Einsatz von Open Source sind zahlreiche bekannt (SwissICT & CH Open, 2018). Während die Open Source Studie Schweiz 2018 generell ein optimistisches Bild für den Einsatz von Open Source zeichnet, zeigt sie auch, dass der ungedeckte Bedarf an Open Source Alternativen je nach Anwendungsbereich sehr unterschiedlich ausfällt (SwissICT & CH Open, 2018). Die Studie gibt einen umfassenden Überblick über die Verbreitung von Open Source in der Schweiz. Die Antworten stammen aber nur in 9,2% der Fälle von Personen, die weder in der IT noch in der Geschäftsleitung positioniert sind. Wie sich die Situation für Entscheidungsträger auf einer tieferen

Hierarchieebene und ohne IT-Background präsentiert, lässt sich damit nicht beantworten. Die Beschaffung von GIS-Software wird in der Regel stark von den zuständigen GIS-Fachstellen geprägt und nicht durch ein Geschäftsleitungsmitglied oder die IT-Abteilung diktiert. Mit einer Studie zur Abhängigkeit von Software im GIS-Bereich sollen diese beiden Aspekte beleuchtet werden: Wie präsentiert sich die Abhängigkeit von Softwareherstellern und die Open Source Alternativen bei GIS-Software, und wie gehen Entscheidungsträger auf mittlerer Hierarchieebene außerhalb der IT-Abteilung mit der Thematik um? Dabei dienen die Konzepte Lock-In, Netzwerkeffekte, Switching Costs und Pfadabhängigkeit als theoretische Linse, um die Situation zu analysieren. Die Analysemethode ist offen gewählt, damit eventuell vorhandene institutionelle oder politische Einflüsse ebenfalls erfasst werden können.

1.4 Aufbau der Arbeit, methodisches Vorgehen

In Kapitel zwei werden mit einer Literaturanalyse die theoretischen Grundlagen Switching Costs, Netzwerkeffekte, Lock-In und Abhängigkeit diskutiert. Kapitel 3 begründet und beschreibt das methodische Vorgehen. In Kapitel 4 werden die Ergebnisse vorgestellt, Kapitel 5 diskutiert die Resultate und Kapitel 6 schliesst mit einem Fazit.

2 Theoretischer Hintergrund

In den folgenden Kapiteln werden die Begriffe Lock-In, Netzwerkeffekte, Switching Costs und Pfadabhängigkeit mittels einer Literaturanalyse erklärt.

2.1 Abhängigkeit

Als Abhängigkeit von Software-Herstellern oder auch «Lock-In» wird eine Situation bezeichnet, in der ein Kunde für die Beschaffung von einem Produkt oder einer Dienstleistung von einem Anbieter abhängig ist, so dass er nicht oder nur mit grossen Nachteilen zu einem anderen Anbieter wechseln kann⁷. (K. X. Zhu & Zhou, 2012). Durch Abhängigkeit ist die Wahlfreiheit der beschaffenden Stelle eingeschränkt, so dass nicht immer das beste Angebot genutzt werden kann (Liebowitz & Margolis, 1999). Abhängigkeit ermöglicht dem Anbieter, gegenüber den Kunden höhere Preise oder tiefere Qualität durchzusetzen, als die Kunden akzeptieren würden, wenn sie auf einen anderen Anbieter wechseln könnten, beispielsweise mit einer Bargain-then-Ripoff-Strategie⁸ (Farrell & Klemperer, 2006). Wenn die Kunden ein mögliches Lock-In antizipieren, schadet die Abhängigkeit nur manchen Kunden, während andere sogar von günstigeren Angeboten profitieren; insgesamt wirkt sich die Abhängigkeit aber negativ auf die soziale Wohlfahrt aus (K. X. Zhu & Zhou, 2012). Proprietären Anbietern kann Abhängigkeit schaden, wenn die Antizipation hoher Wechselkosten dazu führt, dass Kunden ein Produkt meiden oder nur mit Rabatten akzeptieren (K. X. Zhu & Zhou, 2012). Deshalb kann sich Kompatibilität mit Open Source-

⁷ Je nach Autoren werden unterschiedliche Arten von Abhängigkeit unterschieden. Mögliche Klassifikationskriterien sind **Dauer** [temporär/dauerhaft], **Ausmass** [nicht/ teilweise/ vollständig] (Schreyögg, 2014), **Ebene** [Markt/ Organisation/ Technologie] (Sydow et al., 2009) oder [Individuum/ Markt/ Organisation/ Netzwerk/ Gebiet/ Industrie] (Sydow et al., 2009), [Mikro-/ Makro-Ebene] (Magnusson & Ottosson, 2009), [technological /behavioral] (Barnes et al., 2004; Davis, 2015), [Herstellerabhängigkeit/ Systemabhängigkeit] (Stürmer, 2018), [Praktiken/ Routinen/ Kompetenzen/ Ressourcen] (Schreyögg, 2014), **Effizienz** [effizient/ ineffizient] (Farrell & Klemperer, 2007; Sydow et al., 2009)

⁸ D.h. der Anbieter verfolgt zuerst eine Penetrationsstrategie mit tiefen Preisen, und wenn die Kunden abhängig sind werden überhöhte Preise verlangt.

Software oder offenen Standards je nach Situation positiv auf den Gewinn eines proprietären Anbieters auswirken (K. X. Zhu & Zhou, 2012). Für die Anbieter lohnt sich eine Abhängigkeitsstrategie nur, wenn die Kunden kurzfristig handeln (K. X. Zhu & Zhou, 2012). Bei Behörden ist kurzfristiges Handeln denkbar, wenn beispielsweise jährliche Budgetvorgaben keine längerfristigen Anreize setzen (Europe Economics, 2012).

Auch wenn die Abhängigkeit nicht ökonomisch ausgenutzt wird, gibt es politisch-strategische Gründe, weshalb eine öffentliche Organisation Abhängigkeit vermeiden sollte:

Avoiding data and vendor Lock-Ins is a critical strategic priority for any public organisation planning to acquire IT systems and applications. Not heavily relying on external providers for data security and not being tied up to specific software products and vendors, are two key factors for national governments and public administrations wishing to maintain a certain level of independence. (Bouras et al., 2014, p. 240).

In der Literatur finden sich zwei Hauptursachen für Lock-In: Switching Costs (Wechselkosten), die für den Kunden beim Übergang von einem Netzwerk zum anderen anfallen (Farrell & Klemperer, 2007; Peters, 2010)⁹ und Netzwerkeffekte (Barnes, Gartland, & Stack, 2004; Farrell & Klemperer, 2007; Lewin, 2001), die die bereits gewählte Alternative attraktiver machen. Abhängigkeit durch Switching Costs ist im Bedürfnis nach Kompatibilität mit eigenen Beschaffungen begründet, der Abhängigkeit durch Netzwerkeffekte liegt ein Bedürfnis nach Kompatibilität mit den von anderen verwendeten Produkten zugrunde (Farrell & Klemperer, 2007).

⁹ Im Gegensatz zu dieser Aussage schliessen (Liebowitz & Margolis, 1999) Switching Costs aus der Definition von Lock-In bei Pfadabhängigkeit aus: "The Lock-In in path dependence is a Lock-In to something bad, or at least a lock-out of something better. It constitutes an inferior economic outcome such as an inferior standard or product where superior alternatives exist, are known, and where the costs of switching are not high." Im Rahmen der Fragestellung dieser Arbeit, die sich nicht direkt mit der Frage nach der Effizienz der Situationen befasst und wo Pfadabhängigkeit nur eines von mehreren Konzepten ist, bleiben Switching Costs ein wesentlicher Faktor für ein Lock-In, weshalb hier nicht die Ansicht von (Liebowitz & Margolis, 1999) gefolgt wird.

2.2 Netzwerkeffekte

Netzwerkeffekte werden in direkte und indirekte Netzwerkeffekte unterteilt: Bei direkten Netzwerkeffekten nimmt der Nutzen, einem Netzwerk zuzugehören oder dazuzustossen, mit wachsender Netzwerkgrösse zu (Farrell & Klemperer, 2007): Der Nutzerkreis vergrössert sich aufgrund der einfacheren Kommunikation mit mehr Teilnehmern (Buxmann, Diefenbach, & Hess, 2015). Direkte positive Netzwerkeffekte bei der Nutzung von GIS-Software liegen beispielsweise dort vor, wo der Daten- und Prozessaustausch unter Anwendern bei der Nutzung von einheitlichen Formaten vereinfacht wird, während bei unterschiedlichen Formaten und Systemen teilweise Transformationen nötig sind und Kompatibilitätsprobleme auftreten können.

Indirekte Netzwerkeffekte beschreiben das Phänomen, dass eine grössere Nachfrage zu einem besseren Komplementärangebot führt (Farrell & Klemperer, 2007): Mit steigender Nutzerzahl werden mehr Komplementärgüter angeboten; dadurch steigt der Nutzen beispielsweise einer Software (Buxmann et al., 2015). Die Anbieter können durch den Verkauf von komplementären Gütern und Dienstleistungen ihren Profit steigern (Zittrain, 2004).

Wenn der Netzwerkeffekt einen Grossteil des Werts einer Technologie ausmacht, kommt es oft zu «natürlichen» Monopolen, die einerseits zu einem grösseren Gesamtnutzen führen als mehrere, inkompatible Systeme, aber andererseits auch vom Monopolisten ausgenutzt werden können, indem er den Preis für den individuellen Zugang zum Netzwerk über dessen inhärenten Wert erhöht (Ghosh, 2005). Wird aber die zugrundeliegende Technologie als Standard definiert, für den verschiedene Anbieter Produkte und Dienstleistungen anbieten können, besteht auf Seiten der Technologie zwar ein natürliches Monopol, aber beim Angebot von Produkten und Dienstleistungen herrscht Wettbewerb (Ghosh, 2005).

Die Bedeutung von Netzwerkeffekten wurde von (K. Zhu, Kraemer, Gurbaxani, & Xu, 2006) für die Adoption von einem offenen Standard empirisch bestätigt.

Für den Anbieter einer proprietären Software kann es sinnvoll sein, statt auf Lock-In durch Netzwerkeffekte auf Kompatibilität mit einem Open Source-Konkurrenten zu

setzen (Lewin, 2001; K. X. Zhu & Zhou, 2012): In einem Wettbewerb zwischen zwei Netzwerken ist es, gleichwertige Kompatibilitätskosten von einem Netzwerk zum anderen und umgekehrt vorausgesetzt, für einen Monopolisten vorteilhaft, ein kompatibles Produkt anzubieten, wenn sein Produkt auch effizienter ist als die Alternative; ist aber das Konkurrenzprodukt überlegen, kann der Monopolist seine Stellung stabilisieren, indem er sein Produkt inkompatibel gestaltet (Peters, 2010). Will ein neuer Anbieter auf einem Markt auftreten, wo bereits ein oder mehrere Produkte mit positiven Netzwerkeffekten etabliert sind, stellt dies eine zusätzliche Markteintrittsbarriere für ihn dar, sofern keine perfekte Kompatibilität vorliegt. Dieses Problem wird als First Mover Advantage bezeichnet (Europe Economics, 2012; Ghosh, 2005; Peters, 2010).

2.3 Switching Costs und Expected Benefits

Switching Costs¹⁰ sind einmalige Kosten, die ein Kunde mit dem Wechsel von einem Anbieter zu einem anderen verbindet (Burnham, Frels, & Mahajan, 2003; Klemperer, 2005). Switching Costs können sich darauf beziehen, dass ein Produkt wiederholt gekauft wird und der Wechsel auf ein anderes Produkt Kosten verursacht, oder dass komplementäre Produkte (Reparaturen, Dienstleistungen) gekauft werden und es Kosten verursacht, dafür zu einem anderen Anbieter zu wechseln (Farrell & Klemperer, 2007). Switching Costs können dazu führen, dass ein Umstieg auf ein anderes System erst am Ende des Lebenszyklus sinnvoll ist (Stephen et al., 2010).

Die Typologie von (Burnham et al., 2003) unterteilt Switching Costs in die drei Kategorien Procedural, Financial und Relational Switching Costs sowie jeweils zwei bis vier Unterarten (siehe Abbildung 1).

¹⁰ Aus der Perspektive der Anbieter werden Consumer Switching Costs häufig mit dem Konzept von Brand Loyalty untersucht (Farrell & Klemperer, 2006).

A Typology of Consumer Perceptions of Switching Costs

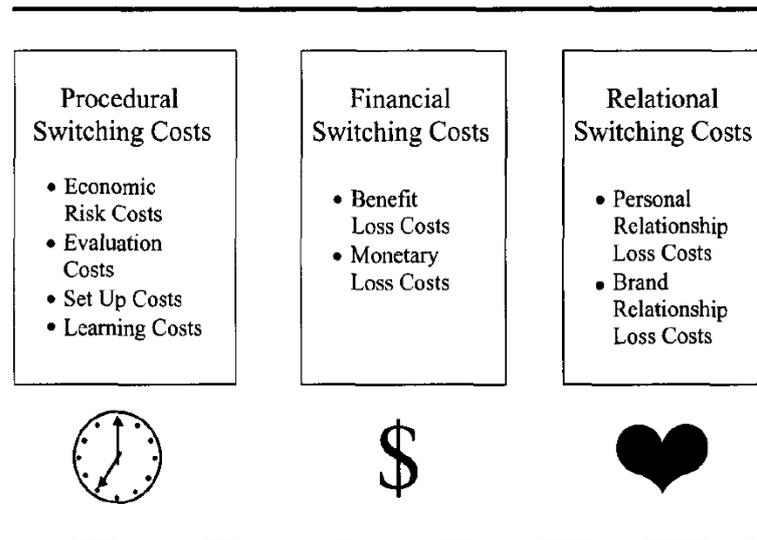


Abbildung 1 Arten von Switching Costs nach (Burnham et al., 2003, p. 112)

Economic Risk Costs bezeichnen das Risiko, dass ein Produktwechsel sich nicht wie erhofft positiv auswirken wird: Auf ein neues Produkt umzusteigen mag den Entscheidungsträgern riskanter erscheinen, als mit der bestehenden, bekannten Lösung weiterzufahren, selbst wenn die technischen Kosten der Migration einen Wechsel rechtfertigen würden (Europe Economics, 2012). Evaluation Costs umfassen den Aufwand für die Suche und Evaluation von alternativen Angeboten. Unter Set Up Costs fällt beispielsweise das Installieren und Konfigurieren einer neuen Software. Learning Costs ist der Aufwand, sich das nötige Wissen anzueignen, um mit einem neuen Produkt umgehen zu können.

Unter Financial Switching Costs fallen einerseits Benefit Loss Costs, das heisst beispielsweise der Wegfall von Treuerabatten, von denen man beim bisherigen Anbieter profitieren konnte, und andererseits Monetary Loss Costs, das sind beispielsweise Kosten für die Wiederbeschaffung von Investitionen, die man für das vorher verwendete Produkt bereits getätigt hat, die aber nach einem Wechsel neu anfallen (z.B. eine Eigenentwicklung, die nach einem Wechsel auf eine neue Plattform für diese neu entwickelt werden muss).

Die dritte Kategorie, Relational Switching Costs, umfasst die emotionalen Kosten, die anfallen, wenn man eine vertraute Zusammenarbeit mit früheren Partnern aufge-

ben muss und wenn man sich von einer Marke oder Firma löst, mit der man sich identifiziert hat (Burnham et al., 2003).

Switching Costs können Kunden daran hindern, den Anbieter zu wechseln, und sind deshalb eine mögliche Ursache von Lock-In (Davis, 2015). Um über einen Wechsel zu entscheiden, werden Switching Costs mit den «Expected Benefits», also den zu erwartenden Vorteilen wie Einsparungen oder höhere Qualität, (K. Zhu et al., 2006) abgeglichen. Nur, wenn die Benefits, beispielsweise in Form von geringeren Wartungskosten, besserer Qualität oder grösserer Unabhängigkeit, die Switching Costs übertreffen, ist ein Wechsel ökonomisch gerechtfertigt. Bei Open Source könnten beispielsweise die Kosteneinsparungen wegen dem Wegfall von Lizenzgebühren sowie die Kontrolle über Software und Daten Vorteile sein, die einen Wechsel motivieren (Ernst & Young, 2011)

2.4 Pfadabhängigkeit

«In common interpretations, path dependence means that current and future states, actions, or decisions depend on the path of previous states, actions, or decisions»(Page, 2006, p. 88).

Das Zitat von Page (2006) umschreibt den Kern von Pfadabhängigkeit, der häufig mit dem Schlagwort «history matters» zusammengefasst wird (David, 2000; Ebbinghaus, 2005; Magnusson & Ottosson, 2009; Margolis, 2009; Schreyögg, 2014; Sydow et al., 2009). Pfadabhängigkeit ist eine Eigenschaft eines Prozesses oder eines Systems (David, 2000, 2007). Ein pfadabhängiger Prozess wird von David (1985) in einem der ersten Artikel zur Pfadabhängigkeit folgendermassen charakterisiert. «A *path-dependent* sequence of economic changes is one of which important influences upon the eventual outcome can be exerted by temporally remote events, including happenings dominated by chance elements rather than systematic forces. Stochastic processes like that do not converge automatically to a fixed-point distribution of outcomes and are called *non-ergodic*.” [Hervorhebungen im Original]. Pfadabhängigkeit zeigt sich mit folgenden Merkmalen:

- Es gibt **mehrere Equilibria**, d.h. mehrere mögliche Outcomes, wobei **nicht alle optimal** sein müssen (W. Brian Arthur, 1989),

- Es gibt **selbstverstärkende Prozesse (Increasing Returns)**, die den Vorteil der führenden Lösung weiter verstärken (W. Brian Arthur, 1989). Solche selbstverstärkende Effekte sind Koordinationseffekt, Komplementaritätseffekt, Lerneffekt und Erwartungseffekt (Schreyögg, 2014)
- Welche Lösung aus einer Auswahl einen Vorteil erlangt, der sie durch Selbstverstärkung zur dominierenden Lösung werden lässt, ist unsicher: **Small, random Events** bestimmen in **unvorhersehbarer** Weise, welche Outcomes realisiert werden (W. Brian Arthur, 1989).
- Aufgrund der selbstverstärkenden Effekte gibt es immer weniger Alternativen, die Wahl wird immer schwierig zu ändern, bis sich das System auf eine Lösung stabilisiert und es zu einem **Lock-In** kommt (W. Brian Arthur, 1989).

Klines bildliche Darstellung von Pfadabhängigkeit (siehe Abbildung 2) macht das Konzept intuitiv fassbar (Kline, 2001): Während eine in das System geworfene Kugel nach neoklassischen Theorien an genau einem Equilibrium-Punkt mit den niedrigsten Kosten zur Ruhe kommt, gibt es in einem pfadabhängigen System mehrere mögliche Ruhepunkte, wobei nicht alle auch die niedrigsten Kosten aufweisen.

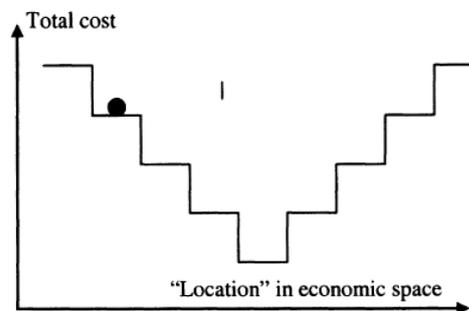


Fig. 2. The neoclassical view of equilibrium.

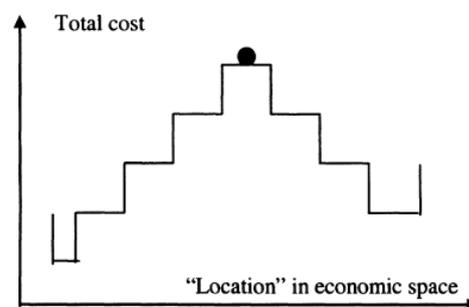


Fig. 3. Path dependent case.

Abbildung 2 Equilibrium im Sinne der neoklassischen Theorie (oben) und im Sinne der Pfadabhängigkeit (unten). (Kline, 2001, p. 99)

David beschreibt drei Ursachen für das Auftreten von Pfadabhängigkeit (Magnusson & Ottosson, 2009): technological Interrelatedness, firm-specific Investments und collective Memory reducing Choices. Während der erste Punkt Netzwerkeffekte aufnimmt, beschreiben die letzten beiden Punkte Switching Costs.

Obwohl kontrovers diskutiert, wurde das Konzept der Pfadabhängigkeit von zumindest einem Teil der Wirtschaftswissenschaften rasch aufgenommen und fand auch in anderen Disziplinen wie z.B. in Geografie, Rechtswissenschaft, Soziologie, Politik-, Management- und andere Sozialwissenschaften Eingang (Ebbinghaus, 2005; Gartland, 2005; Magnusson & Ottosson, 2009; Margolis, 2009; Roithmayr, 2004; Schreyögg, 2014).

Ins Zentrum der wissenschaftlichen Diskussion als umstrittenes Konzept rückte die Pfadabhängigkeit in den 80er Jahren (Magnusson & Ottosson, 2009): Die Debatte begann mit zwei Artikeln, einer von Paul A. David in 1985 (David, 1985) und ein weiterer von Brian Arthur aus dem Jahr 1989¹¹ (W. Brian Arthur, 1989; Liebowitz & Margolis, 2014). Weil das Konzept der Pfadabhängigkeit als Beispiel für Marktversagen aufgefasst werden kann, riefen diese Publikationen den Widerspruch von Stan Liebowitz und Stephen Margolis hervor, die die Interpretation von David und Arthur heftig kritisieren: Sie empfanden die Pfadabhängigkeits-Theorie als Gegenkonzept zu neoklassischen Theorien und widersprachen, dass die von David und Arthur beschriebenen Phänomene mit neoklassischen Theorien erklärt werden könnten und dass die zitierten historischen Beispiele zumindest teilweise inkorrekt dargestellt worden seien (Magnusson & Ottosson, 2009). In der Folge entstand ein Jahrzehnte andauernder Disput zwischen den beiden Lagern¹², der vordergründig häufig um die

¹¹ Arthur und David haben das Konzept der Pfadabhängigkeit in den folgenden Jahren mit weiteren Publikationen mit historischen Beispielen oder Modellen weiterentwickelt (z.B. W. Brian Arthur, (1989); W B Arthur, Ermoliev, & Kaniovski (1987); David, (1985)), wobei David mit historischen Beispielen und Arthur mit Modellanalysen argumentiert.

¹² Die Professoren David, Arthur, Liebowitz und Margolis sowie Unterstützer auf jeder Seite streiten sich seit Ende der 80er Jahre in einer Folge von Publikationen, Die Debatte kreist unter anderem um das Beispiel der gängigen Schreibmaschinen – und Computertastatur mit der Tastenanordnung QWERTY und die Frage nach deren Optimalität (z.B. W. Brian Arthur (1989, 2013), David (1999, 2000); Ebbinghaus (2005); Lewin (2001); Liebowitz & Margolis (1995); Margolis (2013)), obwohl es

Frage kreist, ob die heute weitverbreitete QWERTY-Anordnung bei Tastaturen besser sei als eine Alternative, die sogenannte Dvorak-Tastatur, doch ist diese triviale Frage ein Deckmantel für darunterliegende ideologische Differenzen: Das Konzept der Pfadabhängigkeit wird teilweise als Beleg herangezogen, dass der Markt nicht zwangsläufig zur effizientesten Lösung und zum grösstmöglichen öffentlichen Wohlfahrt führe; zur Korrektur von ineffizienten Outcomes wie sie durch Pfadabhängigkeiten entstehen können seien deshalb institutionelle (staatliche) Eingriffe erforderlich (Galenson, 1993). Dem Disput liegen vor allem unterschiedliche Annahmen zur Fähigkeit der Käufer zugrunde, sich beim Vorliegen von Netzwerkeffekten zu koordinieren, wobei David und Arthur eine pessimistische Haltung und Margolis und Liebowitz eine optimistische Sichtweise vertreten (Farrell & Klemperer, 2007), oder aber es geht um unterschiedliche Gedankenschulen bezüglich Wirtschaftspolitik (Keynes vs. Austrian, (Lewin, 2001)).

Umstritten sind sowohl die Konzeptualisierung der Pfadabhängigkeit als auch ihre Relevanz sowie ob die Beweislast die Befürworter oder die Gegner von politischen Interventionen treffe (Lewin, 2001; Liebowitz & Margolis, 1995). Wie auch immer es um die ökonomische Effizienz und Optimalität bei Lock-In stehen mag, kann eine Abhängigkeit losgelöst von ökonomischen Argumenten als kritisch eingestuft werden.: *«For non-economists, the main concern is not the merits of the inefficiency thesis but the rather deterministic Lock-In thesis that denies individual actors' freedom of action and excludes the potential for change.»* (Ebbinghaus, 2005) Pfadabhängigkeit ist wegen der fehlenden Entscheidungsfreiheit bereits ein betriebswirtschaftliches Problem, bevor der gewählte Pfad nicht mehr effizient ist, weil die Möglichkeit fehlt, sich bei zukünftiger Änderung dieser Situation anzupassen (Schreyögg, 2014) und somit *potentielle* Ineffizienz besteht (Sydow et al., 2009). Bei der Diskussion um Optimalität hängt es von den Kriterien ab, was als optimal angesehen wird; diese Kriterien können sich über die Zeit ändern (W. Brian Arthur, 2013).

eigentlich um grundsätzlicheres geht (W. Brian Arthur, 2013). Nicht alle sehen die Haltungen der beiden Lager als unvereinbar: Autoren wie Magnusson & Ottosson, (2009) und Puffert (2000) sehen keinen Widerspruch zwischen herkömmlichen ökonomischen Theorien und dem Konzept der Pfadabhängigkeit bzw. zwischen den Behauptungen bezüglich Effizienz von Arthur und David gegenüber denen von Liebowitz und Margolis.

2.5 Zusammenfassung und Framework für die Untersuchung

In der Literatur sind die Phänomene des Lock-Ins als Einschränkung von Entscheidungsmöglichkeiten bis zu Fehlen von Alternativen bekannt. Verringerte Entscheidungsfreiheit und Mangel an Alternativen kann im Falle von Beschaffungstätigkeiten zu Abhängigkeit von bestimmten Produkten oder Anbietern führen, was in ungünstigen Fällen sowohl ökonomisch als auch strategisch-politisch negative Konsequenzen nach sich zieht. Faktoren, die zu Abhängigkeiten führen, sind vor allem Netzwerkeffekte und Switching Costs, deren Wirkung sich durch selbstverstärkende Prozesse in einem pfadabhängigen System verstärken. In dieser Untersuchung sollen die theoretischen Konzepte mit den Wahrnehmungen von Praktikern im GIS-Bereich der öffentlichen Verwaltung verglichen werden:

3 Methoden

Im Folgenden werden die Methoden zur Datenerhebung (Kapitel 3.1) und zur Datenauswertung (Kapitel 3.2) vorgestellt und die Methodenwahl begründet.

3.1 Datenerhebung

Quantitative Analysen von öffentlicher Beschaffung liegen bereits einige vor, sowohl für die Schweiz (Moser, 2017; Stürmer et al., 2017; Wittwer, 2017) als auch für die EU (European Commission & PwC EU Services, 2016; Open Forum Europe, 2014). Eine quantitative Untersuchung spezifisch für den GIS-Bereich nach einem Vendor Lock-In, wie sie Stürmer u. a. (2017) durchgeführt haben, ist wegen der geringen Fallzahl der auf simap.ch publizierten GIS-Beschaffungen nicht sinnvoll. Gibt es zu einem Forschungsgebiet nur wenige Fälle, eignen sich quantitative Methoden nicht (Gläser & Laudel, 2009). Da die Anzahl Stellen, die mit GIS arbeiten, relativ überschaubar ist, gibt die Befragung von im GIS-Bereich tätigen Personen einen guten Einblick in die Mechanismen der Wahl von GIS-Software. Qualitative Analysen bieten zwar nicht die Repräsentativität quantitativer Studien, doch sie ergänzen das Bild aus quantitativen Studien mit vertieften Einblicken in die Motive und Mechanismen von Software-Beschaffung und Abhängigkeit (European Commission & PwC EU Services, 2016).

3.1.1 Experteninterviews

Als Mittel zur Datenerhebung wurden Experteninterviews gewählt. Experteninterviews werden als naheliegende, pragmatische Methode zur Bearbeitung einer Forschungsfrage in den Sozialwissenschaften häufig eingesetzt (Liebold & Trinczek, 2009). Mit Experteninterviews kann man sich spezifisches Wissen der Experten rasch erschliessen (Bogner, Littig, & Menz, 2014). Deshalb ist es gut für die Erhebung qualitativer Daten bei einer zeitlich eng begrenzten Arbeit geeignet. Bei Interviews, die zur Faktenerhebung durchgeführt werden, wird in der Regel davon ausge-

gangen, dass die im Interview gewonnenen Informationen wahr sind (Helfferrich, 2011) beziehungsweise dass die Interviewpartner «ihre subjektive Wahrheit [erzählen], (...) wobei sie z.B. etwas ausschmücken oder weglassen, etwas abmildern oder zuspitzen.» (Helfferrich, 2014).

3.1.2 Interviewtechnik

Interviews zur Erhebung von sozialwissenschaftlichen Daten lassen sich nach diversen Kriterien unterscheiden (Gläser & Laudel, 2009). Hier wurden nichtstandardisierte¹³, leitfadengestützte Experteninterviews im persönlichen Gespräch oder per Telefon mit einer oder zwei Personen durchgeführt. Experteninterviews erlauben es, gleichzeitig theoretische Konzepte qualitativ zu überprüfen, ohne neue Erkenntnisse, die ausserhalb theoretischer Grundlagen liegen, auszuschliessen (Liebold & Trinczek, 2009). Damit die interviewten Experten in einen Erzählfluss geraten und selber Schwerpunkte setzen konnten und um auch unerwartete Ergebnisse zu ermöglichen, wurde der Leitfaden bewusst offen gestaltet und vor jedem Gespräch wie auch während des Gesprächs laufend angepasst (Liebold & Trinczek, 2009). Aus ethischen Überlegungen wurden die Interviewten vorgängig über den Zweck der Forschung informiert, auch wenn dies eventuell ihre Antworten beeinflusst (Helfferrich, 2014).

3.1.3 Expertendefinition und Auswahl der Interviewpartner

Während einige Autoren den Expertenbegriff eher eng fassen und nicht nur besonderes Wissen, sondern auch (Deutungs)macht voraussetzen (Bogner et al., 2014), fassen andere Autoren den Begriff viel weiter (z.B. Liebold & Trinczek (2009)), so dass im Extremfall jeder als «Experte» zumindest für sich selber angesehen wird (Helfferrich, 2011). Hier wird die Definition von (Przyborski & Wohlrab-Sahr, 2008) angewendet: Experten sind Personen, die «über spezifisches Rollenwissen verfügen,

¹³ Darunter verstehen Gläser & Laudel (2009) Interviews, bei denen nur das Thema oder die Themen vorgegeben sind.

solches zugeschrieben bekommen und diese besondere Kompetenz für sich selbst in Anspruch nehmen».

Bei Gemeinden und Kantonen wurde diejenige Organisationseinheit um ein Interview gebeten, die für GIS zuständig ist. Je nach Grösse und Organisationsaufbau der Verwaltungseinheiten gibt es eine zentrale GIS-Stelle oder die GIS-Infrastruktur wird dezentral betrieben und es sind viele unterschiedliche Verantwortliche vorhanden. Das Interview wurde jeweils mit der sich zur Verfügung stellenden Person geführt, welche in den meisten Fällen auch Entscheidungsbefugnisse hatten. In zwei Fällen wurde das Interview mit einem Mitarbeiter oder einer Mitarbeiterin geführt, welche zwar keine Entscheidungsbefugnisse hatten, aber dennoch über einen hinreichenden Einblick in die Abläufe und Entscheidungsprozesse ihrer Verwaltungseinheit verfügten.

Es wurde versucht, Nutzer von Open Source und Nutzer von proprietärer Software zu interviewen. Schlussendlich bestand die befragte Sample aus vier Gemeindebehörden und fünf Kantonsbehörden, wovon zwei vor allem auf Open Source setzen, zwei für ihre Anwender unterschiedliche Produkte unterstützen und fünf hauptsächlich eine kommerzielle Software einsetzen.

Die Interviews wurden in acht Fällen aufgenommen (Liebold & Trinczek, 2009). In einem Fall wurde nach dem Gespräch ein Gedächtnisprotokoll angefertigt und dieses vom Interviewpartner kontrolliert, weil die Aufnahme nicht funktioniert hatte. Die Transkription der Interviews erfolgte nahe am Wortlaut, ohne jedoch die in natürlicher Sprache häufig vorkommenden Wiederholungen, Halbsätze, Umformulierungen und Zwischenlaute zu umfassen, ausser dies scheint inhaltlich relevant.

3.2 Datenauswertung

«I am a pragmatic, eclectic researcher, and I seriously feel that everyone else should be one as well.» (Saldaña, 2009, p. 192)

Für qualitative Untersuchungen macht es in der Regel nicht Sinn, auf standardisierte Methoden zurückgreifen, sondern man muss den gewählten Auswertungsansatz an die Eigenheiten der Untersuchung anpassen (Bogner et al., 2014; Gläser & Laudel, 2009) und die Vorgehensweisen für verschiedene Schritte in einer Art Baukastenprinzip zusammensetzen (Schreier, 2014). Deshalb wurden für die Auswertung der gesammelten Daten unterschiedliche Herangehensweisen kombiniert. Aus den transkribierten Interviews wurden die relevanten Informationen extrahiert, zusammengefasst und gruppiert. Für die Auswertung von Experten-Interviews ist Codierung eine Möglichkeit (Bogner et al., 2014). Das Kategoriensystem für die Codierung kann induktiv aus dem Material oder deduktiv aus der Theorie abgeleitet werden (Mayring & Fenzl, 2014). Hier wurde eine Kombination dieser Ansätze verwendet: Das aus der Theorie entwickelte Kategoriensystem wurde im Verlauf der Codierung wenn nötig ergänzt oder abgeändert (Gläser & Laudel, 2009; Saldaña, 2009). Es wird also eine Kombination aus provisional Coding (Codes aus Vorüberlegungen entwickeln) und hypothesis Coding (aus der Theorie abgeleitete Codes) angewandt (Saldaña, 2009): Die Interviewfragen wurden unter der Kategorie «Interviewthemen» zu Codes verarbeitet. Die aus der Literaturanalyse entwickelten Codes wurden unter der Kategorie «Theorie» geführt, die sich im Zuge der Interviews herauskristallisierenden Themen wurden unter «Topics» als Codes formuliert. (siehe Abbildung 3). Dem «pragmatischen Eklektizismus» von (Saldaña, 2009) folgend wurden zuerst unterschiedliche Kategoriensysteme auf Teile des gesammelten Datenmaterials angewandt, um eine passende Herangehensweise zu erarbeiten. Schlussendlich sah das Codiersystem folgendermassen aus:

 **Topics**

- Zitat
- Prozessmanagement
- Einfluss der Politik
- Einfluss der Person
- Einfluss der Organisation
- Einfluss der Ausbildung
- IGs
- GIS-Software
- Schnittstelle und Kompatibilität, FME
- AV
- Koordinationsproblem
- Einfluss von Partnern
- OS vs proprietäre Software
- von Desktop zu Web

 **Theorie**

- Network Effects
- Switching Costs, Adoption Costs und Sunk Costs
- Abhängigkeit und Lock-In
- Positive Feedback
- Anfangsinvestitionen
- Small random Events
- History matters
- Aufbrechen von Pfad oder Wechsel
- Expected Benefits
- Path Dependence
- Modell Christensen

 **Interviewthemen**

- Interviewpartner
- Organisation und Aufgaben
- Geschichte
- Zusammenarbeit
- Aktuelle Situation und Idealzustand
- Zukunft und möglicher Wechsel
- Alternativen
- Beschaffungsprozess und Migration
- Sonst Wichtiges
- GIS-Infrastruktur

Abbildung 3 Für die Codierung verwendete Codes

Die Analyseeinheiten der Codierung wurden wie folgt definiert: Codiereinheit als kleinstes auswertbares Element ist ein Teilsatz, Kontexteinheit als Menge der zur Kodierung zugelassenen Informationen ist das ganze Interview, Auswertungseinheit als Menge an Interviewmaterial, das kategorisiert werden soll, sind die relevanten Teile des Interviews (Mayring & Fenzl, 2014). Mehrfachkodierungen wurden erlaubt (Saldaña, 2009).

4 Ergebnisse

In diesem Abschnitt wird zuerst eine Übersicht über die geführten Interviews präsentiert. Anschliessend werden die theoretischen Konzepte mit den gesammelten Daten abgeglichen und weitere Aspekte, die sich bei der Analyse der Interviews herauskristallisiert haben, diskutiert. Weil es zurzeit nur eine Open Source-Software gibt, die für den Einsatz als Experten-GIS in einem professionellen Umfeld in Frage kommt, sind die Begriffe QGIS und Open Source-GIS im Folgenden als Synonyme zu betrachten.

4.1 Interviews

Von den befragten Behörden arbeiten drei Gemeinden (P1, P3, P5) und zwei Kantone (P2, P4) hauptsächlich mit Produkten auf esri-Basis, ein Kanton hauptsächlich mit QGIS (OS1). Zwei Kantone haben eine dezentrale GIS-Struktur und setzen unterschiedliche Produkte, sowohl QGIS als auch proprietäre Systeme (esri und Geome dia), ein (Mix1, Mix2). Eine Gemeinde ist dezentral organisiert und der Interviewpartner hatte keine Kenntnis davon, welche GIS-Software in anderen Bereichen verwendet werden. Die GIS-Fachabteilung setzt QGIS ein sowie ein Wissensmanagementsystem mit integrierter GIS-Funktionalität, das eine Open-Source-Eigenentwicklung ist (OS2).

Datum	Art	Dauer	Gemeinde/ Kanton	Hauptsächliche Software	GIS-	Code
18.04.2018	vor Ort	1 h	Gemeinde	ArcGIS		P1
20.04.2018	vor Ort	1,5 h	Kanton	ArcGIS		P2
25.04.2018	Telefon	1 h	Kanton	QGIS		OS1
25.04.2018	Telefon	1,5 h	Kanton	Open Source, proprietär		Mix1
27.04.2018	vor Ort	1,5 h	Kanton	Open Source, proprietär		Mix2
01.05.2018	vor Ort	1,5 h	Gemeinde	ArcGIS		P3
02.05.2018	vor Ort	2,5 h	Kanton	ArcGIS		P4

08.05.2018	vor Ort	2 h	Gemeinde	ArcGIS	P5
16.05.2018	vor Ort	2 h	Gemeinde	QGIS, Eigenentwicklung	OS2

Tabelle 1 Übersicht der geführten Interviews

Da als proprietäre Experten-GIS nur Geomedia und ArcGIS der Firma esri erwähnt wurden und Geomedia nur in den beiden «gemischten» Fällen (Mix1, Mix2) eingesetzt wird, beziehen sich die Aussagen zu proprietärer Experten-GIS-Software vornehmlich auf ArcGIS von esri und ArcGIS bzw. esri steht stellvertretend für proprietäre GIS-Software.

4.2 Netzwerkeffekte

Bei Netzwerkeffekten unterscheidet man zwischen direkten Netzwerkeffekten, also vor allem Kompatibilitätsprobleme beim Datenaustausch, und indirekten Netzwerkeffekten, das sind in erster Linie die komplementären Angebote.

4.2.1 Datenaustausch - direkte Netzwerkeffekte zwischen Organisationen

Der fachliche Austausch mit anderen GIS-Stellen und Usern, das Beobachten von deren Handlungen und der Entwicklung der Software-Infrastruktur bei Partnern ist für viele der befragten Personen wichtig (P5, P4, OS1, P1). Ob andere auch mit einer Software arbeiten, fließt in die Beurteilung eines Systems ein (P4, P1): Die Erfahrungen anderer stellen eine Art Gütesiegel dar und es wurde in einigen Interviews erwähnt, wer oder wie viele andere die gleiche Software im Einsatz haben (P5, Mix2, P4). Es lässt sich nicht nachweisen, dass sich dieses generelle Vergleichen und Umschauen als direkter Netzwerkeffekt auswirkt, weil es in den Interviews keinen Hinweis dafür gibt, dass es einen wesentlichen Einfluss auf die Wahl einer Software hat. Es trägt aber sicherlich dazu bei, dass die Entscheidungsträger die Alternativen auf dem Markt kennen und eine Vorstellung davon haben, wie sie zu beurteilen sind.

Heute kann QGIS das proprietäre Filegeodatabase-Format von esri lesen, deshalb können Filegeodatabases für die Datenweitergabe an QGIS-User verwendet werden (OS1, P2). Auch eine andere Behörde, die mit esri arbeitet, empfiehlt ihren Partnern wie Privaten und Dienstleister, die mit ihnen Daten austauschen, QGIS als GIS-Software (P4). Wenn Partner ArcGIS benutzen, scheint das heute also kein Grund mehr zu sein, ebenfalls diese Software anzuwenden. Trotzdem bleiben gewisse Unsicherheiten bezüglich der Qualität des Austauschs zwischen proprietären Systemen und QGIS: Ein QGIS-Nutzer gab an, jeweils noch eine Lizenz von Geomedia und ArcGIS zu führen, um bei Datentransfer Kompatibilitätsprobleme auszuschliessen (OS1).

Standardisierte Webdienste sind ein weiterer Grund, der Kompatibilitätsprobleme zwischen verschiedenen Softwarelösungen in den Hintergrund treten lässt (P1, OS1). Als WMS, WMTS oder WFS zur Verfügung gestellte Daten werden ebenfalls zur Datenweitergabe genutzt (P5) und können von unterschiedlichen Systemen dargestellt werden (OS1, P1). Allerdings sind mit solchen Diensten die Analyse- und Weiterverarbeitungsmöglichkeiten beschränkt (P3).

Um die Daten nicht nur lesen, sondern auch bearbeiten zu können, müssen die Daten in ein mit der Software des Datenempfängers bearbeitbares Format transformiert werden. Früher gab es Kompatibilitätsprobleme beim Datenexport von einem System oder einem Format in ein anderes (P3, P1). Heute findet man in der Regel ein geeignetes Format, das sowohl von Datenlieferant als auch von Datenempfänger genutzt werden kann¹⁴ (P5). Ein weit verbreitetes Austauschformat ist INTERLIS (OS1). INTERLIS ist ein offenes Datenformat, das Schweizer Behörden von ihren Datenlieferanten einfordern dürfen (OS1, P2, Mix1) und das für den Datenaustausch zwischen Organisationen oder Organisationseinheiten eingesetzt wird (Mix2, P3, OS2, OS1, P5). INTERLIS als systemneutrales Format ermöglicht den verlustfreien Aus-

¹⁴ Dies ist zumindest bei normalen GIS-Daten der Fall. Bei komplexeren Datenstrukturen wie Leitungsdaten, wo Topologien eine Rolle spielen, ist die Komplexität höher (P3). Hier könnte es auch heute noch Probleme geben, dazu liegen aber keine Aussagen aus den Interviews vor. Auch der Austausch von Geodaten mit CAD-Systemen verursacht gewisse Probleme auf der Ebene der Attribute, die unterschiedlich gehandhabt werden (P1) oder bei der Einbindung von gewissen Daten wie WMS oder Rasterkataloge (Mix2).

tausch zwischen unterschiedlichen Softwares (P3). Da INTERLIS relativ komplex ist und die Erstellung von INTERLIS viel Knowhow erfordert (Mix1; Mix2), wird der Datenaustausch häufig trotzdem in anderen Formaten vorgenommen, die entweder kompatibel sind mit den Systemen von Sender und Empfänger, oder die transformiert werden (OS1, P2).

Um die Daten in INTERLIS oder ein anderes gewünschtes Format zu konvertieren, sind Eigenprogrammierungen eine Möglichkeit (OS2). Viel häufiger wird für die Konvertierung von GIS-Daten FME verwendet: FME ist eine Software der Firma Safe Software und wird zur automatisierten Konvertierung und Aufbereitung von Geodaten verwendet (P5, P4), bietet aber auch umfangreiche Funktionen im Bereich räumliche Analyse und Datenbearbeitung, die traditionellerweise in einem Experten-GIS gemacht werden (P3). FME ist mit einer Ausnahme bei allen Interviewpartnern im Einsatz (Mix2, P5, P4, P3, OS2, OS1, P2, Mix1). Mit FME kann man offene Standards sowie Datenformate der meisten proprietären GIS-Softwares unterstützen, auch ohne die Software selbst einzusetzen (Mix2, P3). Deshalb spielt es für die Behörden kaum eine Rolle, mit welchen Tools und Formaten ihre Partner arbeiten: Mittels FME können Daten aus proprietärer Software importiert und in ein anderes Format überführt werden (OS1).

Dank Webdiensten, INTERLIS, FME und der Leseerlaubnis von proprietären Formaten in QGIS haben Kompatibilitätsprobleme zwischen Organisationen also an Bedeutung verloren und scheinen nicht mehr prägend für die Softwarewahl. Direkte Netzwerkeffekte wegen erleichtertem Datenaustausch zwischen Organisationen werden nur in einem Fall¹⁵ erwähnt, aber von mehreren Interviewpartnern explizit verneint (P1, P2, OS1). Direkte Netzwerkeffekte zwischen Organisationen sind also sowohl für proprietärer Software wie auch für Open Source GIS praktisch inexistent:

¹⁵ Ein Beispiel für die bewusste Nutzung von direkten Netzwerkeffekten ist die enge Zusammenarbeit einer Gemeinde mit dem Energie- und Wasserversorger im Bereich Leitungskataster: Dies bewog die Gemeinde dazu, bei der Ausschreibung einer neuen GIS-Lösung in die Ausschreibung eine Option für den Versorgungsbetrieb einzuschliessen, damit dieser sich dieselbe Lösung zu gleichen Konditionen beschaffen könnte, wenn gewünscht (P5, P3).

Standards, FME und Webdienste ermöglichen den Datenaustausch für alle Softwares unabhängig von der Lizenzform.

4.2.2 Komplementärgüter – Indirekte Netzwerkeffekte auf Marktebene, direkte Netzwerkeffekte innerhalb der Organisation

Zwar sind Konvertierungen zwischen Formaten relativ problemlos möglich, aber auch aufwändig. Insbesondere bei häufigem und regelmässigem Datenaustausch oder gemeinsamer Datennutzung fällt dieser Aufwand ins Gewicht. Direkte Netzwerkeffekte wirken deshalb vor allem innerhalb einer Organisation, die nach einer konsolidierten GIS-Lösung mit einer zentralen Datenbasis strebt (P5). Mit einer integrierten GIS-Infrastruktur können aufwändige Datenformattransformationen, Präzisionsverluste und Verzögerungen vermieden, Synergien und Skaleneffekte genutzt und Austausch geschaffen werden (P2, P5, Mix2). Für Spezialsoftware, die nicht in der GIS-Infrastruktur integriert ist, müssen dagegen jeweils extra Schnittstellen geschaffen werden (OS1), die bei jeder Migration auf eine neue Version mitgezogen werden müssen. Direkte Netzwerkeffekte innerhalb einer Organisation sprechen je nach Anwendungsgebiet eher für proprietäre Software, beispielsweise wenn viele Spezialanwendungen, sogenannte «Fachschaalen¹⁶», integriert werden müssen. Diese bestehen bei den grossen Anbietern esri und Geomedia für den Schweizer Markt bereits, wogegen sie bei QGIS zum grössten Teil noch entwickelt werden müssten. Das Angebot von komplementären Gütern wie Fachschaalen entspricht indirekten Netzwerkeffekten: Ist die Nachfrage ausreichend, werden Softwareanbieter die benötigten Fachschaalen für ihre Software entwickeln lassen.

Hat man sich einmal für ein bestimmtes Experten-GIS entschieden, ist die Auswahl weiterer Komponenten wie Datenbanken oder WebGIS wegen Überlegungen bezüglich Kompatibilität oder Integrierbarkeit vorgegeben oder stark eingeschränkt (P5, P3), oder man beschränkt sich der Einfachheit und Effizienz halber freiwillig darauf (P4, P5, P3). Auch der Bezug von Dienstleistungen wie beispielsweise Migrationsabwicklung konzentriert sich dann auf den gewählten Anbieter (P3). Deshalb ist das

¹⁶ Fachschaalen sind Softwareerweiterungen für spezifische Anforderungen von Themen wie Amtliche Vermessung, Leitungen im Bereich Wasser, Strom, Fernwärme, Abwasser, Gas etc.

Angebot an Erweiterungen und Dienstleistern ein wichtiges Argument für oder gegen die Wahl einer bestimmten Software.

esri bietet neben der Basis-Experten-GIS-Software zahlreiche Erweiterungen an (P3, P4). Open-Source User setzen vor allem auf die Hoffnung, dass mit wachsender Anwendergemeinde das Angebot an Fachschalen auch für QGIS in Zukunft verbessert wird (OS1). Viele Firmen bieten Dienstleistungen oder eigene Erweiterungen basierend auf esri-Produkten an (P2, P4, P3). Auf der esri-Plattform aufbauend gibt es also eine gute Auswahl an Anbietern (P3). Dagegen gibt es bei manchen Open-Source-Lösungen sehr wenige oder nur einen Anbieter (P4) was diese wegen der Abhängigkeit weniger attraktiv macht¹⁷. Hier wirken indirekte Netzwerkeffekte also vor allem zugunsten von proprietärer GIS-Software.

Ein weiterer Faktor ist das auf dem Markt verfügbare Knowhow (P4), beispielsweise wie viel Fachwissen für eine Software bei externen Anbietern oder (potentiellen) Mitarbeitenden vorhanden ist: Das Knowhow-Angebot wird bei proprietären Anbietern als besser eingeschätzt (Mix2). Es könnte aber zu einer Verschiebung Richtung Open Source kommen: Während früher in Ausbildungen vor allem ArcGIS gelehrt wurde, kennen heute die jüngeren GIS-Anwender häufig QGIS aus der Ausbildung (Mix2).

4.2.3 Indirekte Netzwerkeffekte – Wissensaustausch

Indirekte Netzwerkeffekte durch Wissensaustausch und Zusammenarbeit wirken einerseits innerhalb einer Verwaltungseinheit: Auch wenn es keine koordinierende GIS-Stelle und keine Default-Software gibt, orientieren sich die Anwender daran, was andere machen (P1) und indirekte Netzwerkeffekte können dazu führen, dass ein grosser Teil der GIS-Anwender sich auf eine Software konzentriert: Es entsteht eine User-Gruppe, die sich austauscht und gegenseitig mit Informationen und Erweiterungen weiterhilft (P4), was einen selbstverstärkenden Effekt auslösen kann. Es wird attraktiver, sich ebenfalls diese Software zu beschaffen, um auch Mitglied der User-

¹⁷ Allerdings ist hier vielleicht auch die Frage, wie weit man den Suchradius steckt: In einem anderen Fall ist es einem Open Source-Nutzer durchaus gelungen, mehrere Open Source Dienstleister für die Entwicklung eines GIS-Fachsystems zu gewinnen, davon einer in Frankreich (OS2).

Community zu werden und vom geteilten Knowhow zu profitieren. Zudem wird die gemeinsame Arbeit auf geteilten Datensätzen erleichtert, weil man so alle Ressourcen gemeinsam nutzen kann, während es mit unterschiedlichen GIS-Systemen zu Kompatibilitätsproblemen und Mehraufwand kommt (P4).

Auch zwischen Organisationen kommt es wegen Austausch und dem Nutzen von Synergien zu indirekten Netzwerkeffekten (P4). Es gibt sowohl bei proprietären Produkten als auch im Open Source-Bereich die absichtliche Nutzung positiver Netzwerkeffekte, beispielsweise wenn Gemeinden oder Kantone sich für die Beschaffung einer Komponente ihrer GIS-Infrastruktur zusammenschliessen (P4, OS2, OS1). Mehrere Kantone sind im Open Source-Bereich aktiv (beispielsweise Neuchâtel und Jura, Solothurn, Graubünden und Thurgau), doch wird der Kreis von einem esri-Nutzer als klein und noch nicht tragfähig wahrgenommen: «Après c'est un peu une voie solitaire, l'Open Source, c'est un peu plus dur.» (P4). Dagegen kennt ein kürzlich auf QGIS migrierter Kanton noch zwei weitere Behörden im In- und Ausland, die QGIS nutzen, und sieht dadurch eine ausreichend grosse Community gewährleistet (OS1).

Die bewusste Nutzung von Netzwerkeffekten ist inhärenter Bestandteil des Open Source-Konzepts. Man profitiert von Entwicklungen anderer und macht dafür die selbst erstellten Entwicklungen für alle zugänglich, um der Gemeinschaft etwas zurückzugeben (OS2, OS1, Mix1). Auch die Qualität der Software wird mittels Feedbacks aus der Community sichergestellt (OS2).

Die gemeinsame Nutzung von Entwicklungen ist aus der Sicht eines esri-Kunden aber nicht eine Besonderheit von Open Source, sie sehen bei proprietärer Software ähnliche Mechanismen wirken: Neukunden profitieren von den für frühere Kunden gemachten Entwicklungen, ohne diese selbst finanzieren zu müssen¹⁸ (P4).

¹⁸ Für noch zu leistende Weiterentwicklungen kann man je nach vertraglichen Abmachungen ebenfalls mit Anbietern proprietärer Lösungen die Zusammenarbeit bei Open Source imitieren: In einem Beispiel haben sich drei Kantone zusammengeschlossen und bei einem auf esri-Produkten aufbauenden Dienstleister ein Web-GIS bestellt (P4). Jeder Kanton hat eine eigene Kundenbeziehung zum Anbieter, doch wenn der Anbieter für einen Kanton eine Weiterentwicklung macht, muss er diese den anderen Kantonen ebenfalls gratis zur Verfügung stellen (P4). Dank dem Austausch der drei Kantone ist

Firmen wie esri und Geocom, die proprietäre Software anbieten, unterstützen aktiv das Networking ihrer Kunden und die sogenannten User Clubs oder Anwendergruppen, für die sie auch auf ihren Websites werben (Esri, 2018; Geocom, 2018) und wo sie sich mit Präsentationen und Mitgliedschaft beteiligen (KKGeo, 2018). Ausserdem führen sie Veranstaltungen für ihre Kunden durch (Mix2, OS2). Kunden von esri und Geocom empfinden die Zusammenschlüsse in «User-Clubs» oder Interessengemeinschaften als wichtig, um den Austausch zu pflegen und um in den Verhandlungen dem Softwareanbieter etwas entgegenzusetzen zu können: «...wo man natürlich mit so User-Clubs auch von der Kundenseite gegenüber dem Lieferant gewisse Forderungen stellen können, wo wir nicht einfach so ausgeliefert sind» (P5) (P5, P3, P2). Solche Kundenzusammenschlüsse¹⁹ für kommerzielle Produkte werden mit der Offenheit und Gemeinschaft von Open Source gleichgesetzt (P4) und sie scheinen den Kunden von esri und Geocom eine gewisse Sicherheit zu geben, dass kein Hold-Up vorkommen wird. Allerdings nützt dies nur denjenigen Kunden, die die Bedürfnisse der Mehrheit teilen: So berichtete ein kürzlich von esri zu QGIS migrierter Kanton, dass seine Wünsche im Rahmen der Interessengruppe keine Unterstützung fanden und deshalb in den Verhandlungen mit esri nicht eingebracht wurden²⁰ (OS1).

Auch für QGIS gibt es unter den Anwendern einen regen Austausch, die gemeinsame Finanzierung von Verbesserungen und eine Anwender-Gruppe (P1, (Anwendergruppe, 2018). Bei der Nutzung von Open Source-Programmen ist die

sichergestellt, dass der Anbieter diesen Teil des Vertrages erfüllt (P4). «Ça fonctionne comme l'open source l'entreprise facture pas deux fois, il y a pas d'abus, pas d'excès, on collabore, tout, mais on n'a pas le désavantage des traits que j'aime pas de l'open source » (P4).

¹⁹ Neben den Software-spezifischen Anwendergruppen gibt es auch übergreifende Fachgruppen, die sich aus Vertretern der gleichen Verwaltungseinheit zusammensetzen (KKGeo für die Vertreter der Kantonalen GIS-Fachstellen, IG EGEO im Rahmen des Schweizerischen Städteverbands für die Städte) (P4, P1) ('Organisation KKGeo', n.d.). In diesen Gremien findet ein Austausch statt und die Vertreter erfahren, welche Lösungen ihre Kollegen einsetzen. Die KKGeo hat auch Softwarespezifische Fachgruppen: Die IG Arc für esri-Produkte sowie eine Fachgruppe für Geomedia und eine Fachgruppe für Open Source.

²⁰ Der betreffende Kanton wünschte bessere Preise für und/oder besseren Dienstleistungen im Rahmen der bestehenden Nutzung, während die Interessengruppe sich für günstige Enterprise Licence Agreements einsetzte, die vor allem bei wachsender Nutzung von Interesse sind (OS1).

Community der Anwender und vor allem der Entwickler sowie das Dienstleister-Ökosystem von zentraler Bedeutung (Mix1), damit eine Open Source-Lösung längerfristig betrieben werden kann.

Obwohl sowohl im Open Source-Bereich als auch bei proprietärer GIS-Software indirekte Netzwerkeffekte wirken, ist hier immer noch esri im Vorteil. Indirekte Netzwerkeffekte sind ein wesentlicher Faktor dafür, dass auch heute noch viele Kunden esri gegenüber QGIS bevorzugen: Für die ArcGIS-Plattform gibt es zahlreiche Dienstleister, APIs und sonstige Erweiterungen, während für QGIS das Angebot an Komplementärprodukten und -dienstleistungen viel kleiner ist.

4.3 Switching Costs

Auf eine neue Software zu wechseln bedeutet erheblichen Aufwand an Zeit und Kosten (OS1, P5, Mix2) und wird wenn möglich vermieden (P3). Für die Ablösung einer Software werden vor allem interne Ressourcen benötigt (OS1, P5), aber auch externe Dienstleister können die Migration zu einem gewissen Grad unterstützen (OS1).

Ein Interviewteilnehmer schätzt, dass die Kosten der Dienstleistungen, die rund um eine Migration auf eine neue Software bezogen werden müssen, zirka fünf Mal so hoch sind wie die Kosten der zu beschaffenden Software selbst (P3). In einem anderen Beispiel steht ein Wartungs- und Lizenzaufwand von jährlich 200'000 CHF geschätzten Migrationskosten auf ein anderes System von 2'500'000 CHF gegenüber (P5). Bei einer Behörde hat das Migrationsprojekt auf eine neue GIS-Software unter Konsolidierung verschiedener unabhängiger Systeme 5 Jahren gedauert (P5), was der üblichen Dauer eines Enterprise Licence Agreements²¹ mit esri entspricht (P3, P4, P5). Auf der anderen Seite gibt es ein Beispiel, wo die Migration von esri auf QGIS zwei bis drei Jahre gedauert hat (OS1). Im ersten Beispiel mussten viele Fachschalen

²¹ Ein Enterprise Licence Agreement ist eine Art Flatrate für Grosskunden, wo man für maximal fünf Jahre die Wartung sowie eine unbegrenzte Zahl von Lizenzen und Servern erhält. Der Preis richtet sich allerdings nach dem geschätzten Verbrauch und bei den Neuverhandlungen des Enterprise Licence Agreements nach fünf Jahren wird ein ausgedehnter Konsum sich in einem teureren Preis niederschlagen (P4).

migriert werden, während im zweiten Fall kaum Spezialsoftware umzustellen war (OS1, P5).

Angesichts dieser Aufwände ist es nicht erstaunlich, dass von den Interviewpartnern zurzeit niemand aktiv einen Wechsel des Experten-GIS anstrebt, höchstens wird der Ersatz eines anderen, einzelnen Teils der GIS-Infrastruktur ins Auge gefasst (Mix1, P2, OS1, P5, P3, OS2, P1, Mix2, P4). Es gibt Beispiele, wo noch nie ein Anbieterwechsel beim Experten-GIS stattgefunden hat (P3, P4). Wenn etwas geändert werden muss, sucht man häufig einen grösseren Wechsel zu vermeiden und nur kleine Änderungen zu machen, indem man z.B. bei esri das Lizenzmodell wechselt (P4) oder eine Erweiterung beim gleichen Anbieter beschafft (P4, P3).

Doch was genau verursacht den enormen Aufwand bei der Ablösung einer GIS-Software? Wie unterscheiden sich die Switching Costs zwischen Open Source und proprietärer Software? Im Folgenden werden diese Fragen für drei Switching Costs-Klassen nach Burnham u. a. (2003) diskutiert.

4.3.1 Procedural Switching Costs

Das Risiko einer Migration (Economic Risk Costs) wird nur in einem Fall explizit erwähnt (Mix2). Die Angst vor dem Scheitern des Projekts schwingt aber bei manchen Nutzern proprietärer Software mit, wenn sie sich vorstellen, auf eine Open Source-Alternative umzusteigen (P2), wobei die proprietäre Alternative als der sicherere Weg erscheint («On n'a jamais été tellement déçu.», P4). Als Voraussetzung für einen Softwarewechsel erwähnen einige Interviewpartner, dass Personen in Schlüsselpositionen motiviert sind und das Risiko für ein solches Projekt tragen können und wollen (Mix2, P1, OS1, Mix1). Der Aufwand für die Ausschreibung und Wahl der neuen Software (Evaluation Costs) wird nur einmal erwähnt und ist per se kein Hinderungsgrund für einen Softwarewechsel (P5).

Dagegen wird den Set-Up-Costs grosses Gewicht beigemessen: Die Migration der Daten und das Ersetzen einer Software mit zahlreichen Prozessen und Schnittstellen ist aufwändig (Mix1, P1, OS2; P3; P5). Ein reiner Datenbankwechsel, ohne Ände-

rung an der Datenstruktur, ist einfach zu realisieren (P3), deshalb ist die Datenmigration weniger aufwändig, wenn die Daten bereits in einem offenen Format vorliegen als wenn sie in einem proprietären Format vorliegen (OS2). Besonders hoch ist der Datenmigrationsaufwand, wenn mit den Daten auch Beziehungen wie z.B. Topologien migriert werden müssen (P3), was vor allem bei Fachschalen der Fall ist. Hier hilft auch FME nur begrenzt, die Switching Costs zu senken²². Dazu kommen Anpassungen an der Organisation und den Prozessen (Mix2). Ein häufiges, in fast allen Interviews wiederkehrendes Thema ist der Ausbildungs- und Umgewöhnungsaufwand (P1, P5, Mix2, OS1, Mix1, OS2, P2) und das Aufbauen von internem Knowhow (P5) sowie die Überzeugungsarbeit, um den «Gegenwind» der User gegen das neue zu besänftigen (OS1, Mix1) und sie zum Verlassen der «Komfortzone» zu motivieren (OS1, P5, Mix2). Dies sind Learning Costs. Sie scheinen esri-Kunden zu hoch, wenn die Open Source Software noch nicht so weit entwickelt ist, dass alle relevanten Funktionen mittels GUI zur Verfügung stehen, und die Anwender deshalb gelegentlich programmieren müssten (P4, OS1, Mix1). Selbst wenn die Bereitschaft da ist, für ein neues System Knowhow aufzubauen, fallen während der Lernphase Kosten bei externen Dienstleistern an, auf deren Unterstützung man angewiesen ist, bis man sich selbst das nötige Wissen aufgebaut hat (P5).

4.3.2 Financial Switching Costs

Über Benefit Loss Costs gibt es keine Aussagen in den Interviews. Zwar gibt es Rabatte, die gewährt werden (P4), ob deren Wegfallen ein Verlust bedeutet, würde aber von den Kosten der neu gewählten Alternative abhängen. Als Monetary Loss Costs

²² Auch wenn dank FME, Webdiensten und bekannter gängiger Datenformate heute der Austausch von Geodaten relativ wenig Probleme bietet, ist die Situation anders, wenn es darum geht, Geodaten zur Wartung von einem System in ein anderes zu überführen: «Wenn wir jetzt esri durch Autodesk ersetzen wollten, wäre das ein Wechsel des GIS-Systems, dann müsste man eine Migration machen. [...] die Datenbank, das wäre nicht so schlimm. Hingegen, ein GIS-System, da sind ganze Philosophien dahinter, wie macht man etwas, wie geht man an ein Problem heran, wie wertet man es aus, wie erfasst man es. Die Philosophien sind völlig unterschiedlich, und die Philosophie drückt durch bis auf die Datenmodelle hinunter, wie die Daten im System gespeichert werden und in der Datenbank abgelegt werden, und das ist nicht dasselbe.» (P3).

definieren Burnham u. a. (2003) das Ersetzen von Investitionen, die im Zusammenhang mit der aktuellen Lösung bereits getätigt wurden. Dies ist beispielsweise der Aufwand für den Aufbau von Fach- und Spezialanwendungen, die im neuen System noch nicht so wie gewünscht vorhanden sind, im aktuellen aber schon implementiert sind (P5, Mix2). Der finanzielle Aufwand, Spezialkomponenten nachbauen zu lassen, kann zu hoch sein, um eine Fachschale überhaupt zu migrieren (OS1, P5). Dies ist insbesondere im Open Source-Bereich der Fall, weil hier erst sehr wenige Fachschalen bestehen (OS2). Will man Fachschalen auf Open Source-Basis entwickeln lassen, braucht es einen Zusammenschluss von mehreren Akteuren, um die Kosten zu tragen (Mix1). Auch bei Knowhow gibt es Monetary Loss Costs: Das für das aktuelle System aufgebaute Wissen wird plötzlich wertlos und müssen für das neue System erst noch aufgebaut werden (P5, P2, P4, P5, Mix1). Die Monetary Loss Costs können sogar so hoch sein, dass deshalb ein Systemwechsel nicht in Frage kommt: “Vor 5 Jahren war das überhaupt kein Thema angesichts der erstmaligen Investition, da einen Systemwechsel zu machen.“ (P5).

4.3.3 Relational Switching Costs

Einige Interviewpartner haben Geschäftsbeziehungen mit ihren GIS-Anbietern oder Dienstleistern, die schon seit Jahren bestehen (P3, P1). Es ist wahrscheinlich, dass sich hier eine Vertrautheit bildet, so dass man die Zusammenarbeit ungern aufgeben möchte. Als eigene Erfahrung oder Beweggrund wurden relational Switching Costs von den Interviewpartnern nie genannt. Dies ist zu erwarten, da Relational Switching Costs in der Regel keine rationale Begründung für den Verbleib bei einem Anbieter darstellen. Selbst wenn solche Motive eine Rolle spielen würden, wäre es unwahrscheinlich, dass ein Interviewpartner dies direkt erzählt. In einigen Interviews waren positive oder negative Emotionen gegenüber bestimmten Produkten aber deutlich spürbar. Die Interviewpartner erzählten auch von Fällen, wo sie bei Dritten Gefühle für oder gegen eine bestimmte Software oder eine Lizenzform wahrnehmen, und sahen aus solchen Gefühlen Switching Costs erwachsen. Wie gross der Einfluss dieser Emotionen auf die Wahl der Software und eine mögliche Migration ist, bleibt aber offen. Ob die relational Switching Costs bei Open Source oder bei proprietären Produkten grösser sind, hängt von der individuellen Präferenz ab.

4.3.4 Migration auf neue Versionen

Auch wenn man nicht Software wechselt, gibt es immer wieder Wechsel auf neue Versionen und Updates der verwendeten Software (P3, P2, P4), was mit Migrationsaufwand verbunden ist (P3, P2, Mix1, Mix2) wie z.B. Lern- und Umgewöhnungsbedarf (P2) oder die Kontrolle, ob automatisierte Prozesse in der neuen Version noch dieselben Ergebnisse liefern wie vor dem Update (Mix2). Auch müssen Eigenentwicklungen und selbst programmierte Tools auf Basis der genutzten Software an die neue Version angepasst werden (P2). «Man muss immer wieder relativ viel dafür tun, dass man wieder auf den neusten Stand kommt» (P3). Deshalb ist dies oft ein Moment, wo anstelle der Migration auf die neue Version die Migration auf eine andere Software geprüft oder vorgenommen wird (OS2, P1, Mix1). Ein weiterer, teilweise wesentlicher Aufwand beim Verbleib bei derselben Software und Anbieterfirma kann das Verhandeln der Leistungen und Preise sein, wenn man befristete Verträge wie zum Beispiel ein Enterprise Licence Agreement bei der Firma esri einget (P4). Ein Interviewpartner nennt den Migrationsaufwand zwischen Versionen als grossen Nachteil von Open-Source-Produkten: Dort sei die Verantwortlichkeit für die Kompatibilität von auf der Open Source-Software aufbauenden Eigenentwicklungen mit dem Core nicht klar; bei diesem Thema geht er von einer besseren Unterstützung von Anbietern proprietärer Software aus (Mix2).

4.4 Expected Benefits

Dass ein Wechsel trotz Switching Costs und Netzwerkeffekten möglich ist, zeigen einige Beispiele aus den Interviews (P1, OS1, P5). Um einen möglichen Wechsel zu prüfen, werden die Switching Costs mit den «Expected Benefits» (K. Zhu et al., 2006) abgeglichen. Nur, wenn die Benefits, beispielsweise in Form von geringeren Wartungskosten, besserer Qualität oder grösserer Unabhängigkeit die Switching Costs übertreffen, wäre ein Wechsel ökonomisch gerechtfertigt.

Inwiefern aber ist Open Source überhaupt attraktiv verglichen mit proprietärer Software? Wo sehen die Interviewten die Vor- und Nachteile der unterschiedlichen Produkte und Lizenzformen? Lohnt sich ein Wechsel auf QGIS?

Aus den Interviews ergaben sich die vier Faktoren Kosten, Qualität, Wartung und Abhängigkeit, die für die Wahl einer Softwarelösung relevant sind. Weiter sind auch persönliche Motive zu berücksichtigen, obwohl keiner der Interviewpartner diese direkt als Grund für oder gegen Open Source Software erwähnte. Diese fünf Faktoren werden von den Interviewpartnern teilweise unterschiedlich beurteilt, je nachdem ob sie Open-Source, proprietäre Produkte oder beides («gemischte User») als Experten-GIS einsetzen.

4.4.1 Kosten

Proprietäre User und gemischte User sehen keinen klaren Unterschied zwischen den Kosten für Open Source-GIS und kommerzieller Software, weil die Einsparungen aus Lizenzkosten von Mehrausgaben für Entwicklungen und Wartung kompensiert werden (Mix2). Ein Nutzer von QGIS dagegen berichten, dass sie trotz Migrations- und Entwicklungskosten durch den Wechsel von ArcGIS auf QGIS Kosten einsparen können (OS1). Die unterschiedliche Wahrnehmung könnte daher rühren, dass esri günstige «Enterprise Licence Agreements» für grössere institutionelle Kunden anbietet (Mix1). Dieser «Mengenrabatt» macht ArcGIS für grössere Kunden auch wirtschaftlich attraktiv (P4). Einzellizenzen sind relativ teuer (P1, OS2), deshalb lohnt sich ab einer kritischen Menge Einzellizenzen der Umstieg auf Open Source (P4), wenn man kein attraktives Enterprise Licence Agreement aushandeln kann. So war es beim eingangs erwähnten Interviewpartner, der mit dem Wechsel auf QGIS sparen konnte (OS1). Eine andere Möglichkeit ist, dass die anderen Interviewpartner das Sparpotential von Open Source schlicht unterschätzen.

4.4.2 Qualität und Funktionen

Die Qualität von ArcGIS und der Umfang der Funktionen wird einheitlich als gut und umfassend angesehen (P4, P2, Mix2), ein Open Source User findet sogar, der

Funktionsumfang sei bei proprietären Produkten viel grösser, als in den meisten Fällen benötigt wird (OS2). Open-Source-Lösungen werden von Open Source-Usern als sehr gut (OS2, OS1) und im Support sogar esri-Produkten überlegen beschrieben (OS1). User von proprietärer Software und gemischte User finden, dass QGIS für Grundanwendungen alle nötigen Funktionen bietet (P4, Mix2, OS1) und dass in gewissen Nischen Open Source-Produkte den proprietären Alternativen überlegen sind (P5, Mix2, P4, OS1). Sie bemängeln an Open Source, dass manche Funktionen nur per Programmieren gelöst werden können (Mix1) und dass QGIS weniger Unterstützung für anspruchsvolle Anwendungen bietet (Mix2).

Das Hauptproblem von QGIS, das einheitlich von Open-Source- wie auch von proprietären Usern genannt wird, ist das Fehlen von Fachschalen: Während für esri und Geomedia zahlreiche Erweiterungen bereits verfügbar sind, gibt es diese für QGIS nicht, sie müssten erst noch entwickelt werden (P5, P3, OS2, Mix1, OS1, Mix2). Insbesondere gibt es keine Open Source-Lösung, die für alle benötigten Fachschalen sowie generelle GIS-Funktionen eine integrierte Lösung bietet (OS2). Einzelne Fachschalen, die für QGIS bestehen, sind QWAT für Wasser (Rouzaud, 2014) und QGEP für Entwässerung und Abwasser (QGEP, n.d.) (Mix1). Möchte man die fehlenden Fachschalen entwickeln lassen, wäre das sehr aufwändig und deshalb müssten sich vermutlich mehrere Akteure dafür zusammenschliessen (Mix1).

Aus Sicht von esri-Kunden ist bei Open Source die Integration der Systemkomponenten komplexer als bei proprietären Anbietern, weil es kein integriertes Open Source-System gibt (P4, P2). In vielen Bereichen könnte heute nur eine Kombination von unterschiedlichen Open-Source-Bausteinen proprietäre Software ersetzen (P5, P4).

4.4.3 *Wartung, Betreuung und Migration auf eine neue Version*

Nutzer von proprietärer Software und gemischte User finden, bei proprietärer Software sei die Migration auf neue Versionen besser gestützt als bei Open Source (Mix2, P4). Open Source wird dagegen als komplizierter und technisch anspruchsvoller beschrieben (P4), während die Integration von verschiedenen Systemkompo-

nenten auf proprietärer Software einfacher sei (P4). Der personelle Aufwand zur Betreuung und Weiterentwicklung einer Open Source-GIS-Lösung wird höher eingeschätzt als für ein proprietäres System (P3, P5), dies bestätigen auch die Erfahrungen von einem überzeugten Open Source-Anwender (OS2).

4.4.4 Abhängigkeit

Das Bedürfnis nach Unabhängigkeit ist nicht nur bei Open Source-Usern, sondern auch bei Kunden von kommerzieller GIS-Software vorhanden. Allerdings interpretieren die beiden Gruppen Abhängigkeit unterschiedlich und fokussieren auf unterschiedliche Arten von Abhängigkeit. Dies wird in den nächsten Abschnitten erläutert.

4.4.4.1 Abhängigkeit von einem Anbieter von proprietärer Software

Alle Usergruppen schätzen an Open Source die Freiheit, die Infrastruktur selbst weiterentwickeln zu können (P2, OS1, Mix2). Bei Open Source Software besteht keine Abhängigkeit zu einem einzelnen Anbieter, denn dank der offenen Standards können Daten und Software auch bei einem Wechsel vom neuen Anbieter gelesen und weiterentwickelt werden und es gibt für viele Open Source-Produkte mehrere Dienstleister (Stürmer, 2014). Damit unterscheiden sich Open Source Software von proprietären Softwareprodukten wesentlich darin, dass sie längerfristig glaubhaft Markt- statt Monopolpreise bieten (K. X. Zhu & Zhou, 2012). Nutzer von esri beschreiben, dass man bezüglich der Ausgestaltung der Software und der angebotenen Schnittstellen kaum Einfluss nehmen kann (P2, Mix2). Trotzdem fühlen sie sich nicht von esri eingesperrt (P4), denn dank umfangreicher Konfigurationsmöglichkeiten kann die Wartung und Weiterentwicklung durch die Kunden grösstenteils selbständig vorgenommen werden (P2, P5). Open Source-User dagegen werfen proprietären Anbietern vor, dass sie die Migration der Daten verhindern und so die Kunden einsperren (OS2).

Die Abhängigkeit von esri ist je nach Kundengrösse verschieden: Auf der einen Seite gibt es grössere Kunden, die ein Enterprise Licence Agreement haben und dadurch während der Vertragslaufzeit ihre Infrastruktur relativ frei ausbauen können (P4).

Grössere Kunden verfügen in der Regel auch über einen ausreichenden Personalbestand, um die Wartung und Weiterentwicklung der esri-Infrastruktur grösstenteils selbständig durchzuführen und auf ihre individuellen Bedürfnisse anzupassen (P4, P5). Auf der anderen Seite gibt es für kleinere Kunden, die nicht die für ein Enterprise Licence Agreement nötige finanzielle Potenz und/oder den mengenmässigen Bedarf haben ein Angebot mit Infrastruktur in der esri-Cloud. Dies bedeutet noch mehr Abhängigkeit (P4), da Cloud-Kunden keinen Einfluss auf die Ausgestaltung der Cloud-Infrastruktur haben und weniger selbst gestalten können (P2). Zudem erfolgt die Datenhaltung auf Servern in Irland (P2). Wenn man mehrere GIS-Softwares parallel verwendet, ist man nicht mehr nur von einem Anbieter abhängig (Mix2, Mix1), doch dies ist mit Zusatzaufwand verbunden und steht einer Integration der Systeme entgegen.

4.4.4.2 Abhängigkeit von einem Dienstleister

esri-Kunden betonen, dass durch ihre Wahl der Software Unabhängigkeit hätten, die sie bei der Wahl eines anderen Produkts verlieren könnten: In Betrieb und Weiterentwicklung ihrer GIS-Infrastruktur basierend auf den vom proprietären Anbieter angebotenen GIS-Komponenten sind sie unabhängig, indem sie beispielsweise Konfigurationen oder kleinere Erweiterungen selber erstellen statt externe Dienstleister damit zu betrauen (P5, P4). Indem Vieles intern gelöst werden kann, gewinnen sie an Nähe zu internen Kunden und an Flexibilität, nutzen Synergien, bauen Kompetenzen auf und können so den Betrieb relativ unabhängig vom Anbieter gewährleisten (P4, P5): «Wenn wir alles extern geben, was Entwicklung oder Konfiguration angeht, dann kennen wir das System zwangsläufig weniger gut, und dann wird der Betrieb uns viel schwerer fallen. Dann können wir nicht reagieren, dann wissen wir nicht, welche Komponente einen Fehler produziert, wenn das System nicht läuft. Ich möchte überhaupt nicht so abhängig sein von einem Lieferanten.» (P5). Ein Produktwechsel würde aus dieser Perspektive eine temporär erhöhte Abhängigkeit zur Folge haben, bis man das nötige Knowhow aufgebaut hat, um die gleiche Selbständigkeit zu erreichen (P5).

Ein weiterer Grund, warum sogar esri-Kunden, die nicht ausreichend Personal für grössere interne Weiterentwicklungen haben, sich relativ unabhängig fühlen ist das starke Netz und die grosse Auswahl an Dienstleistern, die für esri-Produkte Services und Entwicklerleistungen anbieten (P4, Mix2). Entscheidet man sich für QGIS als Open Source-Alternative zu den proprietären GIS-Softwares, arbeitet man in der Regel mit einem Dienstleister für QGIS zusammen (OS1). Es besteht aus Sicht von esri-Kunden bei QGIS eine grössere Abhängigkeit vom Dienstleister, weil es weniger Alternativen gibt (P4, P2). Einem Interviewpartner, der unter anderem QGIS einsetzt, sind nur drei Dienstleister für QGIS bekannt: CampToCamp, Sourcepole und OpenGIS (Mix1).

Arbeitet man stark mit Eigenentwicklungen, kann auch bei Offenlegen des Codes eine Abhängigkeit vom ursprünglichen Anbieter bestehen: Sollte ein anderer Anbieter einen Auftrag für das System übernehmen, müsste er sich zuerst das nötige Knowhow aufbauen (P4). Auch hier sind es wieder Switching Costs, die trotz offenem Source Code die theoretische Möglichkeit des Anbieterwechsels unwahrscheinlich werden lassen. Dieses Problem besteht unabhängig davon, ob es sich um ein proprietäres Produkt oder um ein Open Source-Produkt handelt. Die stärkste Abhängigkeit besteht, wenn man die GIS-Infrastruktur komplett auslagert und nur noch Dienstleistungen bezieht (P1).

Bei der Nutzung von Open Source tritt also die Abhängigkeit von einem Dienstleister anstelle der Abhängigkeit von einem Software-Lieferanten. Ein neuer Dienstleister muss sich zuerst mit dem System und den Zusatzentwicklungen vertraut machen, während der bestehende Dienstleister dieses Wissen bereits hat. Ob ein Wechsel des Dienstleisters wirklich deutlich einfacher möglich ist als ein Wechsel des Software-Anbieters ist deshalb insbesondere in Fällen von Eigenentwicklungen fraglich.

4.4.4.3 Abhängigkeit der Anbieter von ihren Kunden

Auch die Anbieter hängen zu einem gewissen Grade von den Kunden ab: So sagt ein esri-Kunde, dass esri auch ein grosses Interesse daran hätte, insbesondere die grossen, institutionellen Kunden zu behalten, da hier kaum ein Zahlungsausfallsrisiko

bestehe (P4). Bei diesem esri-Kunden verstärkt dies das Gefühl von Unabhängigkeit: Er fürchtet nicht, dass esri die Abhängigkeit der Anwender für überhöhte Preise ausnutzt, aber offenbar sind solche Befürchtungen durchaus bei einigen seiner Kollegen aus anderen Kantonen vorhanden (P4).

4.4.4.4 Abhängigkeit von einzelnen Mitarbeitenden

Sowohl Open Source-User als auch Nutzer proprietärer Software erklären, dass es für die Wartung einer Open Source-Lösung eine kritische Menge an Personal brauche, damit man nicht von einzelnen Mitarbeitenden abhängig ist (OS2, P2). Anders als bei verbreiteten und standardisierten Produkten wie ArcGIS können Mitarbeitende für Open Source-Produkte nicht einfach durch andere Personen ersetzt werden, weil man bei Open Source mehr eigenes Knowhow und internen Aufwand in den Weiterentwicklungsprozess stecken muss als bei proprietären Lösungen (O2). Besonders für kleinere GIS-Fachstellen ist die Abhängigkeit von einzelnen Mitarbeitenden ein Problem. So ist in dieser Situation auch nicht möglich, zur Reduktion von Abhängigkeit mehrere GIS-Softwares parallel einzusetzen: Der Aufwand für einen parallelen Betrieb von mehreren Systemen wäre zu gross (P3, P1), beispielsweise weil Wissen für zwei statt nur für eine Software aufgebaut werden muss (P4). Das kennen und beherrschen der eigenen Datenstruktur macht zwar unabhängiger von Anbietern und Dienstleistern (OS2), aber auf der anderen Seite macht es abhängig von Personen, was insbesondere bei einem kleinen Personalbestand kritisch ist (OS2, P2).

4.4.5 Persönliche Motive

Beim Entscheid, ob eine Open Source-Lösung in Frage kommt oder nicht, spielen neben objektiven Kriterien möglicherweise auch persönliche Beweggründe eine Rolle (Mix2), denn es besteht eine Art «Glaubenskrieg» zwischen Anhängern von Open Source und Nutzern von proprietärer Software (P2, OS1, OS2, Mix1) und esri-Nutzer empfinden den moralischen Druck für Open Source in einzelnen Fällen als unangenehm überhöht («Ajatollahs de l'Open Source») (P4). Ein Open-Source-Nutzer sagt, dass seine Mitarbeitenden mittlerweile nicht mehr bereit wären, auf ei-

ner proprietären Lösung zu arbeiten – es besteht sozusagen ein mentales Lock-In auf Open-Source (OS1). Solche Gefühle schränken die Flexibilität ein und senken die Motivation, wenn eine Software entgegen den persönlichen Wünschen gewählt wird, auf der anderen Seite können diese Gefühle die Motivation steigern, wenn die zu man mit der präferierten Software arbeiten darf (OS1).

4.5 Pfadabhängigkeit

Von den drei Ursachen für Pfadabhängigkeit nach David in Magnusson & Ottosson (2009) - Firm-specific investments, Technological interrelatedness und Collective memory reducing choices – treten alle in den Erzählungen der Interviewpartner auf. Firm-specific Investments bezeichnet ein ähnliches Konzept wie Monetary Loss Switching Costs. Wie in Kapitel 4.3.2 gezeigt wurde, sind Monetary Loss Costs ein wichtiges Hindernis für den Wechsel auf eine andere Software. Die «Technological Interrelatedness» ist mit direkten Netzwerkeffekten gleichzusetzen, die wie in Kapitel 4.2.2 gezeigt vor allem innerhalb einer Organisation wirken. Dass sich der Entscheidungsspielraum durch kollektive Erfahrungen reduziert («Collective memory reducing choices»), zeigt sich wie in Kapitel 4.3.1 diskutiert im Umgewöhnungsaufwand. Ausserdem tendieren GIS-Anwender dazu, diejenige Softwarelinie zu bevorzugen, die sie aus der Ausbildung bereits kennen (P4, Mix2, P1, OS1, P2). Es kommt vor, dass die Inkompatibilität einer Software mit einer bestimmten Datenbank länger in den Köpfen der Personen bestehen bleibt, als sie in Realität existiert (P5), so dass Entscheidungen aufgrund veralteter Informationen getroffen werden. Es liegen also alle drei dieser möglichen Ursachen für Pfadabhängigkeit vor. Wie sieht es mit den vier Merkmalen von Pfadabhängigkeit aus?

Eine offene Ausgangslage hat bei der Wahl der aktuellen Experten-GIS-Software bestanden; es gab jeweils mehrere mögliche Alternativen, die sehr ähnlich sind (Mix2, P5, P4). Auch heute noch gibt es mehrere gleichwertige Möglichkeiten für ein Experten-GIS, allerdings ist die Auswahl beschränkt (Mix2, P5, OS2, OS1). Positive Feedback-Effekte gibt es im Rahmen von Lerneffekten (vgl. Kapitel 4.3.1) und Synergien, sowohl auf individueller als auch auf kollektiver Ebene (vgl. Kapitel 4.2). Dass Zufälligkeiten, sogenannte «small random events», für den Entscheid für oder

gegen eine Software, verantwortlich sind, wurde in zwei Fällen berichtet (OS2, P4). Das wichtigste Merkmal, ein Lock-In als Folge des pfadabhängigen Prozesses, besteht aber nur teilweise: Wegen der hohen Switching Costs bleiben die GIS-User zwar meist bei ihrer bestehenden Software-Lösung, können sich einen Wechsel kaum vorstellen und ziehen im Moment keinen in Betracht (P4, P3, P5, P1, OS1). Tatsächliche Wechsel von Experten-GIS (P5, OS1, P1), Web-GIS (Mix2, P4) oder Fachschalen (OS2) sind aber in einigen Fällen erfolgt, weshalb man davon ausgehen darf, dass kein komplettes Lock-In besteht.

Zusammenfassend wird die Situation bei GIS-Software von den gleichen Faktoren beeinflusst, die bei Pfadabhängigkeit eine Rolle spielen, von Pfadabhängigkeit im engeren Sinne zu sprechen, lässt sich aber höchstens in zwei der neun Fälle anhand der Daten rechtfertigen²³. Weil sich Akteure häufig als freier erleben, als sie tatsächlich sind (Schreyögg, 2014), kann man sich nicht nur auf deren Aussagen verlassen. Die erfolgten Wechsel belegen, dass kein Lock-In im engeren Sinne einer unüber-

²³ Nur in einem Fall passt die Beschreibung des Ablaufs, wie es zu der heutigen GIS-Infrastruktur der Behörde kam, ziemlich genau auf die vier Kriterien der Pfadabhängigkeit: Zu Beginn eine offene Ausgangslage mit unterschiedlichen Softwares (~equilibria), die es hätten werden können (P4); anschliessend eine Phase der Einengung der Möglichkeiten, gesteuert durch zufällige Begebenheiten (~small random events) (OS2, P4), ohne dass bewusst eine Wahl getroffen worden wäre (P4): «C'est les événements, oui, les circonstances qui ont fait que.... On n'a pas choisi.» (P4), ein Einengen der Möglichkeiten («Et puis là on a vraiment mis le doigt et le bras.» (P4)) sowie positives Feedback, indem ein Produkt durch Mund-zu-Mund-Propaganda weiterempfohlen wurde und dadurch mehr Nutzer und Beliebtheit gewann (P4), wodurch innerhalb der Behörde ein Netzwerk mit Netzwerkeffekten im Sinne von Austausch von kleinen Zusatzskripten etc. entstand (P4), aber auch Netzwerkeffekte gegen aussen, indem die Nachfrage anderer Kunden ebenfalls dazu beitrug, ein Netz von erfahrenen Anbietern mit vielfältigen Dienstleistungen und Produkten zu der Software entstehen zu lassen (P4). Ein Wechsel wird als möglich, aber unwahrscheinlich angesehen (P4), was auf ein Lock-In deuten kann.

In einem anderen Fall, wo eine Behörde eine eigene Open Source-Lösung entwickeln liess, wurde der Auslöser dafür auch als zufälliges Zusammentreffen von Umständen angegeben, wobei auch andere Lösungen denkbar gewesen wären (OS2). Dabei kam es auch zu Lerneffekten, so dass eine weitere Open Source-Lösung entwickelt wurde (OS2) und aktuell wird versucht, mittels positiven Feedbacks der Nutzerkreis der Open Source Software zu vergrössern (OS2). Ein Wechsel ist, wenn auch nicht komplett ausgeschlossen, so doch höchst unwahrscheinlich (OS2), es besteht also fast ein Lock-In.

windbaren Abhängigkeit besteht, wohl aber eine Abhängigkeit, die einen Wechsel behindert. Es handelt sich also um eine leichte Form von Pfadabhängigkeit.

4.6 Ressourcen und Organisationsstruktur

Die Wahl von GIS-Software wird nicht zuletzt durch die Organisationsstruktur und die zur Verfügung stehenden Ressourcen der GIS-Stelle beeinflusst: Aufgrund der unterschiedlichen Eigenschaften von QGIS und proprietären Alternativen bezüglich Art und Menge von Kosten, Funktionen, Betreuungsaufwand und Abhängigkeit wird eine andere Lösung gewählt. Im Folgenden werden die drei Faktoren Zentralisierung der GIS-Aufgaben, Anzahl GIS-Benutzer und GIS-Administratoren sowie finanzielle und personelle Ressourcen diskutiert.

4.6.1 Zentralisierung der GIS-Aufgaben

Der Grad der Zentralisierung von GIS-Aufgaben und GIS-Software-Betreuung bestimmt die Breite der Aufgaben, welche Bereiche eine Software abdecken soll (OS1, P1) und somit wie viele Fachschalen und/oder Eigenentwicklungen benötigt werden (P2) und was von externen Partnern (P1) oder anderen Abteilungen übernommen wird. Werden die GIS-Aufgaben zentral zusammengefasst, wird am ehesten eine integrierte GIS-Lösung mit den benötigten Fachschalen angeschafft (P5, P3), also nicht QGIS. Sind die Systeme sehr verwoben, steigen aber die Switching Costs und der Wartungsaufwand: Es entstehen schon bei geringen Änderungen hohe Kosten, weil die Änderungen Auswirkungen auf Schnittstellen und andere Systeme haben (Stephen et al., 2010).

Lässt man die Fachabteilungen die von ihnen verwendete GIS-Software frei wählen, kommt es zu einem bunten Potpourri aus eingesetzten Lösungen, sowohl proprietäre wie auch Open Source (Mix2 Mix1, OS2). Je nach Schwerpunkt der Aufgaben wird dann eine andere Lösung gewählt (Mix2). Eine Vielfalt der Systeme führt zu Schnittstellenproblemen und Zusatzaufwand (Mix2) und bei fehlendem Austausch zu Dop-

pelspurigkeit (OS2). Als Kompromiss kann ein hauptsächlich verwendetes Experten-GIS vorgegeben und Ausnahmen für Spezialbedürfnisse erlaubt werden (OS1).

4.6.2 Anzahl Benutzer und Stellenprozent in der GIS-Fachstelle

Die Anzahl GIS-Benutzer in einer Behörde bestimmt die Marktmacht des Kunden gegenüber einem proprietären Anbieter wie esri (P2). Je nach Grösse stehen bei esri unterschiedliche Angebote zur Verfügung, deren Preis-Leistungsverhältnis verschieden ausfällt (Mix2): Enterprise Licence Agreements sind für Kunden mit einer grossen Anzahl Anwender geeignet, da man hier für einen Fixpreis eine unlimitierte Anzahl Lizenzen erhält (P4). Ein mittlerer Kunde mit begrenzten finanziellen Mitteln wählt die Cloudlösung (P2), während Einzellizenzen dort zum Einsatz kommen, wo nur sehr wenige Mitarbeitende GIS verwenden (P1).

Die personellen Ressourcen des GIS-Teams, das die Infrastruktur betreut, sind ebenfalls wichtig: Für ein kleines Team ist es besser, eine Software mit viel Spezialfunktionen zu haben, die sie nur konfigurieren müssen, als eine, wo noch Eigenentwicklungen nötig sind (P2). Hat man nur sehr wenig GIS-Angestellte, muss man «mit Partner zusammenarbeiten, die [...] schon sehr viel bieten» (P3). Bei kleinem Personalbestand sind deshalb eigene Open Source-Entwicklungen heikel, weil es dann rasch zur Bündelung von essentiellen Wissen bei einer Person kommt, was eine zu grosse Abhängigkeit darstellt (P2, OS2), und weil die Mitarbeitenden schon mit der Betreuung einer Software, die sie nur konfigurieren müssen, ausgelastet sind (P2, P5). Aber auch Open Source-Entwicklungen extern zu vergeben und den Entwicklungsprozess zu betreuen und zu koordinieren wird als ungeeignet eingeschätzt, wenn man mit knappen personellen Ressourcen auskommen muss (P2). Das Problem der Abhängigkeit von einer Person, wenn mit einem kleinen Personalbestand eine Open Source-Lösung umgesetzt wird, anerkennen auch überzeugten Open Source-Anhänger: « Une petite commune, elle va peut-être pas pouvoir faire ça parce qu'elle aura pas quelqu'un, ou alors elle aura une personne qui maitrisera ça et puis si la personne part, c'est le même problème que, c'est pire à la limite que d'avoir une solution propriétaire. Pour une solution propriétaire, il y aura d'autres personnes qui pourront travailler pour la commune » (OS2).

Beschränkte personelle Ressourcen angesichts von wachsenden Aufgaben ist deshalb ein Grund, sich gegen QGIS und für eine proprietäre Lösung zu entscheiden: «On a fait le choix de esri parce qu'on a des ressources limités.» (P4). Auch die Reduktion der Abhängigkeit von einem proprietären Anbieter, indem man mehrere Softwares parallel einsetzt, kann man erst ab einer gewissen Anzahl Mitarbeitenden umsetzen (P3). Kleine Kantone haben weniger Ressourcen zur Verfügung, müssen aber im GIS-Bereich ähnliche Aufgaben leisten wie die grösseren (P2): Als kleiner Kanton profitiert man mit der Nutzung einer proprietären Lösung von indirekten Netzwerkeffekten, indem man ein qualitativ hochstehendes, umfassendes Produkt zur Verfügung hat, das es so auf dem Open Source-Markt vermutlich noch nicht gibt. Um QGIS selbst in den nötigen Punkten weiterentwickeln zu lassen, fehlen die Ressourcen.

4.6.3 Finanzielle und personelle Ressourcen

Die finanziellen Ressourcen und insbesondere der Anteil Ausgaben, der auf personelle Ressourcen entfallen darf, beeinflusst die Wahl der Lösung stark (P4): Hat man beispielsweise knappe Personalressourcen, die nicht ausgebaut werden können, dafür aber mehr Spielraum beim Einkauf von Dienstleistungen und Lizenzen, führt das eher zur Wahl einer proprietären Lösung, da davon ausgegangen wird, dass für die Betreuung eines Open Source-Ansatzes oder gar die Entwicklung einer internen Lösung mehr personelle Ressourcen benötigt werden als bei der Wahl eines kommerziellen Produkts (anonyme Aussage; P5, anonyme Aussage). In der Open Source Studie Schweiz 2018 waren fehlende Features und Funktionalitäten der Haupt-Hinderungsgrund beim Einsatz von Open Source Software (SwissICT & CH Open, 2018). Zwar könnte man dank des offenen Source Codes theoretisch die fehlenden Funktionen entwickeln lassen, doch kann dies je nach Umfang sehr kostspielig werden. Selbst wenn die finanziellen Ressourcen für eine Entwicklung da wären, müssen auch die internen Kapazitäten zur Betreuung des Entwicklungsauftrags vorhanden sein. Dies könnte ein wesentlicher Hinderungsgrund für die Adoption von QGIS in den Behörden sein.

5 Diskussion

5.1 Die zwei Seiten von INTERLIS, FME und QGIS

Da INTERLIS in der Schweiz für gewissen Bereiche als Norm vorgegeben ist, müssen GIS-Softwares eine INTERLIS-Schnittstelle bieten, um den Schweizer Markt bedienen zu können (P3, OS2). INTERLIS ist aber keine international verbreitete Norm, sondern nur in der Schweiz gebräuchlich. Bei der amtlichen Vermessung gibt es neben INTERLIS weitere Schweizer Besonderheiten, die Anpassungen in der Software verlangen (Wicki, 2013a). Es machen sich aber nur wenige Anbieter die Mühe, den Spezialanforderungen der Schweizer Kunden nachzukommen (OS2, Mix1). Das können beispielsweise Schweizer Firmen sein, die auf der Softwareplattform eines internationalen Anbieters aufbauen und diese für die Schweizer Bedürfnisse wie INTERLIS weiterentwickeln (P3), oder der Bund sorgt für die Entwicklung einer entsprechenden Schnittstelle (Mix1). Weil nur wenige GIS-Lösungen Schweizerische Besonderheiten unterstützen, ist die Anzahl möglicher Anbieter beschränkt, was die Abhängigkeit von diesen erhöht (Wicki, 2013a, 2013b). Obwohl also INTERLIS als Standard den Datenaustausch zwischen verschiedenen Softwares erleichtert und so Netzwerkeffekte und Abhängigkeit reduziert, verstärkt die INTERLIS-Vorschrift auf der anderen Seite die Abhängigkeit, weil weniger Anbieter die Anforderungen erfüllen. Wenn man beispielsweise für die amtliche Vermessung eine GIS-Software mit integrierten Fachschalen verwenden möchte, gibt es nur noch ein paar wenige Softwareanbieter und Dienstleister, die ein Angebot für diese Anforderung haben.

FME hat wie INTERLIS eine ambivalente Rolle: Als Schnittstellentool senkt FME einerseits Netzwerkeffekte, weil es die Konvertierung zwischen fast allen Formaten ermöglicht. So reduziert es ebenfalls die Abhängigkeit von Softwareanbietern. Andererseits sind die GIS-Stellen komplett von FME abhängig: Bei FME besteht ein Market Lock-In. Es ist zwar theoretisch möglich, mit anderen Produkten und Technologien die Funktionalität von FME nachzubauen. Dies würde aber den Einsatz einer Vielzahl von Tools und/oder Programmierungen erfordern, der Aufwand wäre viel

höher und der Nutzerkomfort schlechter (OS1, Mix2). Das Preis-Leistungsverhältnis bei FME wird als sehr gut und die Lizenzkosten als relativ günstig beschrieben (P4, OS1). Mit seinen vielfältigen Einsatzmöglichkeiten zum kleinen Preis und der Kombination von grafischer Arbeitsweise, Qualität und Funktionsumfang ist FME für die Interviewpartner alternativlos, es hat eine unhinterfragte Monopolstellung (OS1, P4, P3, Mix1). Die FME-Lizenzen werden ohne Ausschreibung beschafft, weil die Lizenzkosten in der Regel unterhalb der kritischen Grenze sind (OS1). FME wird von allen Interviewpartnern ausser P1 verwendet und ist integrierter Bestandteil gewisser proprietärer GIS-Softwares (P3).

Auch QGIS weist wie INTERLIS und FME zwei Seiten auf: Man tauscht die Abhängigkeit von proprietären Anbietern gegen die Abhängigkeit von Open Source-Dienstleistern und von internen Mitarbeitenden. Der Einsatz von Open Source kann ökonomisch sinnvoll sein oder man kann das aus ideologischen Gründen befürworten und hoffen, dass man mit QGIS zu einem späteren Zeitpunkt tatsächlich weniger abhängig sein wird. Längerfristig bietet Open Source-GIS durchaus das Potenzial, Abhängigkeiten zu reduzieren, wenn dereinst ein grösseres Anbieternetz vorhanden und die heute fehlenden Entwicklungen nachgeholt sind. Je nach Situation und Perspektive kann es aber auch sinnvoll sein, mit esri-Produkten zu arbeiten.

5.2 Das Potential von Open Source-GIS

Zwar ist esri marktführend für GIS-Anwendungen in der öffentlichen Verwaltung, doch konnten sich jederzeit auch Konkurrenten auf dem Markt behaupten und Kunden gewinnen. Ob Standardisierungsbemühungen wie INTERLIS und Konvertierungssoftware wie FME dazu beigetragen haben, die Diversität zu erhalten, oder ob INTERLIS und FME gerade wegen der fehlenden Koordination eingeführt wurden, ist eine Frage nach dem Huhn oder dem Ei. Jedenfalls gibt es heute auf dem Markt für Experten-GIS ein beschränktes Angebot mit einigen proprietären Anbietern sowie einer valablen Open-Source-Lösung und die nötigen Methoden und Instrumente, um den Datenaustausch zwischen den Systemen und die Migration auf eine neue Software zu ermöglichen. Es ist also grundsätzlich möglich, von einer proprietären GIS-Software auf QGIS zu wechseln, wie auch die Erfahrung eines Interviewpart-

ners zeigt (OS1). Im Folgenden wird zuerst die Gesetzgebung zur öffentlichen Beschaffung im Hinblick auf angekündigte Änderungen im BöB sowie auf die Erkenntnisse aus den Interviews diskutiert. Anschliessend werden die Stärken und Schwächen von QGIS im Vergleich zu den proprietären Alternativen, sowie Chancen und Risiken für die weitere Verbreitung von QGIS vorgestellt. Die Diskussion schliesst mit Empfehlungen für den Gesetzgeber, für die GIS-Stellen in den Behörden und für die Open Source-Anbieter, wie Open Source im GIS-Bereich weiter gefördert werden kann.

5.2.1 *Switching Costs im Beschaffungsrecht*

In der öffentlichen Beschaffung besteht ein Zielkonflikt zwischen wirtschaftlichem Einsatz der Mittel und Gleichbehandlung der Anbieter (Fischer, 2015): Ökonomisch ist es wegen der grossen Switching Costs häufig sinnvoll, weiterhin Leistungen vom aktuellen Anbieter zu beziehen, doch dies nimmt den anderen Anbietern die Chance auf den Auftrag.

Mit dem neuen Beschaffungsrecht wird es vermutlich leichter möglich sein, sich aufgrund von Switching Costs für eine freihändige Vergabe zu entscheiden. Die Problematik von Kompatibilitätsprüfung, Migrationskosten und Anpassungsaufwand bei der Umstellung auf eine neue Softwarelösung fand Eingang in im Art. 21. Abs. 2 lit. e des Gesetzesentwurfs für das revidierte BöB. Als eine mögliche Begründung für eine freihändige Vergabe oberhalb der Schwellenwerte wird dort folgendes angegeben: «Ein Wechsel der Anbieterin [...] würde erhebliche Schwierigkeiten bereiten oder substanzielle Mehrkosten mit sich bringen» (Entwurf BöB, 2017). In den Erläuterungen zur Totalrevision des BöB werden einige Arten von Switching Costs, die eine Direktvergabe begründen können, beispielhaft aufgezählt: «Zu den erwarteten Kosten werden auch Überführungs- und Einrichtungskosten sowie solche für die Einarbeitung, also für das Aneignen des Spezialwissens sowie der Kenntnisse der Gegebenheiten vor Ort, gerechnet» (Botschaft Totalrevision BöB, 2017). Das heisst, dass die Summe aller Kosten (Beschaffungs- und Switching Costs, auch die intern

anfallenden) berücksichtigt werden darf²⁴. Die Erläuterungen zur Totalrevision des BöB erwähnen explizit, dass beispielsweise bei Computerprogrammen und Software das Bedürfnis nach Kompatibilität mit der bestehenden (Soft- und Hardware-) Infrastruktur eine freihändige Vergabe rechtfertigen kann (Botschaft Totalrevision BöB, 2017).

Durch diese Gesetzesänderung könnte es in Zukunft noch einfacher werden, eine Ausnahme für eine freihändige Vergabe bei Software-Beschaffung zu rechtfertigen. Dadurch verkleinert sich der Anreiz, einen Softwarewechsel zu vollziehen, und somit auch die Wahrscheinlichkeit, dass Kunden proprietärer Anbieter auf Open Source-Produkte umsteigen. Umso wichtiger ist es für Open Source- Anbieter, dass sie konkurrenzfähige Dienstleistungen anbieten: Preis, integraler Service und User Experience müssen stimmen, um potentielle Kunden zu überzeugen. Massnahmen zur Reduktion der Switching Costs für potentieller Neukunden, wie beispielweise umfassende Unterstützung der Migration, könnten ebenfalls helfen. Wenn es nicht gelingt, ein attraktives Integralangebot zu offerieren, so dass ganze GIS-Infrastrukturen komplett auf Open Source migriert werden, so ist es auch schon hilfreich, wenn einzelne Bestandteile wie zum Beispiel die Datenbank oder das WebGIS Open Source werden. Positive Erfahrungen motivieren die Kunden, weiterhin Open Source zu nutzen, und sie senken die Learning Costs, wenn ein Betrieb so bereits erste Erfahrungen mit QGIS oder einem anderen Open Source-Bestandteil der Infrastruktur sammelt.

5.2.2 Stärken und Schwächen von Open Source-GIS

Die Grundanforderungen eines Experten-GIS deckt QGIS bereits heute ab. Eine integrierte Lösung ab Stange gibt es aber im Open Source-Bereich noch nicht und es fehlen die meisten Fachschalen, wie zum Beispiel eine Erweiterung für die amtliche Vermessung. Die vielgenannten Vorteile von Open Source – Unabhängigkeit von Software-Herstellern und Gratis-Lizenzen – werden aus Sicht von esri-Kunden durch

²⁴ Damit man sich auf diese Ausnahme berufen darf, müssen die Zusatzkosten relativ zum Auftragspreis bedeutend sein, um eine Ausnahme zu rechtfertigen. Ausserdem wird ein rechtmässig beschaffter, nicht freihändiger Grundauftrag vorliegen müssen, um sich auf diesen Artikel beziehen zu können (Botschaft Totalrevision BöB, 2017).

höheren Aufwand in Betrieb und Weiterentwicklung sowie durch grössere Abhängigkeit von einem oder einigen wenigen Dienstleistern neutralisiert. Die Freiheit, die Software selbst weiterzuentwickeln, besteht bei proprietären Produkten teilweise auch, wenn man selbst kleinere Erweiterungen erstellt oder den Hersteller oder eine seiner Partnerfirmen damit beauftragt. Auf der anderen Seite kann man im Open Source-Bereich auch nicht beliebig die eigenen Wünsche umsetzen, einerseits aus Kostengründen und andererseits, weil auch Open Source-Software regelmässig auf neue Versionen migriert wird und die Kompatibilität mit eigenen Erweiterungen nur dann sichergestellt ist, wenn diese in den Core aufgenommen worden sind. Deshalb bietet QGIS aus Sicht vieler esri-User heute schlicht noch zu wenig Mehrwert gegenüber einer proprietären Lösung, um die hohen Kosten eines Softwarewechsels zu rechtfertigen.

5.2.3 Chancen und Risiken von Open Source-GIS

QGIS verfügt in der Schweiz über eine tragfähige Community und der Open Source-Gedanke ist für viele attraktiv. Die Zusammenarbeit und das Teilen von Fortschritt ist befriedigend und stärkt die Motivation. Obwohl im Moment der Betreuungsaufwand für eine Open Source-Lösung als höher eingeschätzt wird als bei Zusammenarbeit mit einem proprietären Anbieter, besteht das Potential, dass sich hier die Open Source-Dienstleister und Open Source-Software verbessern und damit konkurrenzfähiger gegenüber den proprietären Anbietern werden: Wenn die Wartungskosten für Open Source und insbesondere der damit verbundene interne Aufwand sinken, wird Open Source günstiger sein als proprietäre Software mit ihren teuren Lizenzen. Dafür müssen die Open Source-Anbieter auch integrierte Systeme bzw. Services anbieten, damit die GIS-Stellen als Endkunden ein ähnliches Usererlebnis haben wie bei esri, wo die einzelnen Teile der GIS-Infrastruktur perfekt integrierbar sind und die GIS-Stellen sich nicht um die Kompatibilität der einzelnen Komponenten kümmern müssen²⁵. Eine Möglichkeit wäre eine starke Weiterentwicklung der WebGIS-

²⁵ Wie die Angebote der Open Source-Dienstleister gestaltet sind, wurde im Rahmen dieser Arbeit nicht erhoben. In den Interviews hat sich gezeigt, dass die Kunden proprietärer GIS-Anbieter davon ausgehen, im Open Source-Bereich höhere Aufwände zur Integration der Systemkomponenten zu

Funktionalität, damit dieses die Funktion des Experten-GIS übernehmen könnte. Web GIS-Lösungen werden immer wichtiger (Agrawal & Gupta, 2014) und bieten immer mehr Funktionalitäten, die traditionell im Experten-GIS umgesetzt sind. Weil sich der WebGIS-Bereich dynamischer als das Experten-GIS entwickelt, ist das ein Anreiz, zumindest dort auf innovative Open Source-Produkte zu setzen, auch wenn man für den Experten-GIS-Bereich und die Fachschalen weiterhin proprietäre Produkte einsetzt (P5). Da für QGIS keine Lizenzkosten anfallen, kann es breitflächig in der Ausbildung, zu Hause und auch bei jeder GIS-Stelle eingesetzt werden, selbst wenn die GIS-Stelle hauptsächlich mit einer anderen Software arbeitet. Dadurch werden zukünftige Arbeitnehmer vermutlich eher mit QGIS in Kontakt gekommen sein als Personen, die bis vor fünf oder zehn Jahren ihre Ausbildung abgeschlossen haben.

Das Problem, dass man beim Einsatz von QGIS mehr Programmierkenntnisse braucht als bei proprietären Produkten und der Umgewöhnungsaufwand deshalb zu gross ist, wird sich vermutlich ebenfalls entschärfen: Einerseits wird das Programmieren nun bereits in der obligatorischen Schulzeit eingeführt und senkt so hoffentlich Berührungängste zukünftiger GIS-User. Ausserdem wird QGIS laufend weiterentwickelt, so dass eine bessere und einfachere User-Experience zu erwarten ist. Das Problem der fehlenden Fachschalen wird sich entschärfen, wenn die bestehende QGIS-Community weiter in die Entwicklung investiert. Ein anderer Weg, um diesem Hindernis zu begegnen, wäre eine Annäherung der Schweizer Vorgaben an internationale Standards: Gelingt es der Schweiz, die gesetzlichen Vorgaben und Weisungen Richtung internationale Standards zu entwickeln und die Schweiz-spezifischen Anforderungen zu reduzieren, erweitert sich das Netz an Organisationen mit ähnlichen Anforderungen über die Landesgrenzen hinaus und Synergien können auch auf internationaler Ebene genutzt werden. Dies würde nicht nur den Kreis der möglichen proprietären Software-Anbieter vergrössern und die Konkurrenz stärken, sondern es böte auch die Möglichkeit, dass in Zukunft vielleicht sogar eine zweite Open Source-GIS-Alternative besteht. Solange QGIS das einzige Open Source-GIS ist, das die Anforderungen der Nutzer erfüllen kann, besteht die Gefahr, dass bei einem Trend

haben. Sollten Open Source GIS-Dienstleister also bereits integrierte GIS-Infrastrukturen anbieten, müssten sie deren Bekanntheit unter den esri-Kunden verbessern.

Richtung Open Source der GIS-Markt auf einer einzigen Software oder Technologie eingelockt wird. Um so ein Software-Lock-In zu vermeiden, wäre es wünschenswert, dass sich längerfristig mindestens eine zweite Open Source-Alternative entwickelt.

Solange die Fachschalen in QGIS noch fehlen und die Anforderungen nicht angepasst sind, bestehen insbesondere für GIS-Stellen, die eine zentralisierte Infrastruktur auch für die Fachschalen-User anbieten müssen, starke Anreize, bei proprietären Anbietern zu bleiben, während es in einer dezentralen GIS-Infrastruktur eher möglich ist, dass die Bereiche ohne Fachschalen-Bedürfnis QGIS verwenden.

5.2.4 Empfehlungen zur Förderung von Open Source-GIS

Verschiedene Massnahmen können helfen, die Verbreitung von Open Source-Software in den öffentlichen Verwaltungen zu stärken. Im Folgenden werden weitere Empfehlungen für Gesetzgeber, Open Source-Dienstleister und GIS-Stellen zur Förderung von Open Source-Software im GIS-Bereich gegeben.

Die gesetzgebenden Gremien können versuchen, die Rahmenbedingungen so zu stecken, dass die durch das Gesetz vorgeschriebenen Aufgaben möglichst mit den international verfügbaren Softwares wahrgenommen werden können, damit weniger Eigenentwicklungen nötig sind:

- Vorgabe von internationalen Standards (Europe Economics, 2012)
- Anforderungen nicht unnötig verkomplizieren, damit möglichst wenig Eigenentwicklungen nötig sind

Open Source-Dienstleister sind vor allem gefordert, die Nachteile gegenüber proprietären Angeboten aufzuholen und den Mehrwert ihrer Software- und Dienstleistungsangebote zu steigern, damit die Vorteile ihres Angebots die Switching Costs einer Migration kompensieren

- Kritische Elemente wie Fachschalen und anspruchsvolle Funktionen ohne Programmierkenntnisse verbessern
- Anzahl der QGIS-Dienstleister steigern und sichtbar machen (z.B. aktiv auf Partner und Konkurrenten hinweisen, Spin-Offs fördern, positive Erfahrungsberichte veröffentlichen, wie das bereits über die Website

<http://www.ossdirectory.com/> geschieht) (Bouras u. a., 2014; Europe Economics, 2012)

- Bekanntheit der neuesten Entwicklungen verbessern, damit potentielle Kunden nicht eine veraltete Vorstellung der Qualität von QGIS mit sich herumtragen
- QGIS in der Ausbildung auf allen Ebenen (Lehre bis Universität) stärken, damit junge Berufsleute keine Berührungängste haben
- Anbieten einer Enterprise-Version (Di Giacomo, 2018): Integrierte Systeme, Services und Support bei der Migration auf neue Versionen
- Stärken ausspielen und Trends bedienen: Im GIS-Bereich zeichnet sich eine Verlagerung von Experten-GIS-Funktionalität in das Web ab²⁶, wo Open Source traditionell stark ist. Ein weiterer Trend könnte die Integration von Geodaten in Geschäftsprozessmanagement-Software sein

Bei den GIS-Stellen sind einerseits die Mitarbeitenden selber gefordert, die ihre Arbeitskollegen und ihre GIS-Infrastruktur auf eine Migration auf Open Source zu einem geeigneten Zeitpunkt vorbereiten können, andererseits aber auch deren übergeordnete Gremien, die die Ressourcenzuteilung für die GIS-Stellen vornehmen und die strategischen und technischen Vorgaben beschliessen.

- QGIS zur Verfügung stellen, auch wenn man hauptsächlich auf einer anderen Lösung arbeitet, um für eine eventuelle Migration in der Zukunft die Berührungängste und den Umgewöhnungsaufwand zu senken
- Abteilungen, die Fachschalen benötigen, und übrige GIS-Anwender organisatorisch trennen
- Ausreichend Personalressourcen und nicht nur Sachkredite zur Verfügung stellen, damit die für Open Source benötigten internen Personalressourcen vorhanden sind

²⁶ Mehrere Interviewpartner erwähnen, dass der Trend auch im GIS-Bereich Richtung Web und/oder Cloud geht (Mix2, P5, P2, P3, OS2, P1), wo in den letzten Jahren eine starke Entwicklung stattgefunden hat und nicht-kommerzielle Anbieter, also Open Source, stark vertreten sind, während der Bereich Experten-GIS eher stehen geblieben ist (P5, Mix2).

- Möglichkeiten nutzen, leicht umzustellende GIS-Infrastruktur-Elemente wie beispielsweise Datenbank, Internet- oder Intranet-GIS auf Open Source umzustellen, um erste Erfahrungen zu sammeln.²⁷
- Eigenentwicklungen unabhängig vom Lizenzmodell sparsam einsetzen (Europe Economics, 2012), weil sie Switching Costs und den Aufwand für Migration auf neue Versionen erhöhen

Zusätzlich kann man als GIS-Stelle auch im Umgang mit proprietärer Software versuchen, den Idealen von Open Source zu folgen und wo immer möglich offene Formate und Zusammenarbeit von Dienstleistern und Software-Herstellern einfordern.

5.3 Eignung der angewandten Methoden

Mit Experteninterviews war es möglich, vertiefte Informationen über die Abhängigkeiten in der Beschaffung von GIS-Software und einen detaillierten Einblick in die Perspektive der Akteure zu erhalten. Aufgrund der begrenzten Zeit konnten nicht ausreichend Interviews geführt werden, um einen repräsentativen Überblick über Abhängigkeit von GIS-Software in Schweizer Behörden zu erheben: Während der Interviews wurden laufend weitere Fälle bekannt, die sich in wesentlichen Faktoren (Grösse, eingesetzte Software, Zeitpunkt der Einführung von GIS- Software etc.) von den bereits untersuchten unterscheiden, doch es gab keine Zeit für weitere Interviews. Um auch in qualitativer Forschung eine aussagekräftige Datengrundlage zu schaffen, müssten eigentlich solange weitere Interviews geführt werden, bis eine «Sättigung» erreicht ist, d.h. bis die Analyse weiterer Fälle voraussichtlich keine neuen Erkenntnisse bringt (Gläser & Laudel, 2009). Dies war hier wegen der begrenzten Zeitressourcen nicht möglich. Wegen der begrenzten Anzahl Interviews basieren manche Erkenntnisse auf der Aussage von nur einem Interviewpartner und sind entsprechend ungenügend abgesichert. Dies ist insbesondere deshalb problematisch, weil auch «Experten» von ihren subjektiven Einstellungen, Annahmen und Werten geprägt und keine neutralen Wissensträger sind (Liebold & Trinczek, 2009). Die Schlussfolgerungen sind dennoch wertvoll, da sie als Ausgangslage für neue

²⁷ Das bedingt, dass die Informatikabteilungen entweder offene Datenbanken als Standard vorgeben oder, falls der Standard ein anderer ist, Diversität zulassen.

Hypothesen dienen können, die in weiteren qualitativen oder quantitativen Studien überprüft werden könnten. Um die Aussagen der befragten Experten zu verifizieren und das Bild zu vervollständigen, wäre auch eine Erhebung des Angebots von proprietären Softwareanbietern und Open Source-Dienstleistern nötig, was im Rahmen dieser Untersuchung leider nicht möglich war.

Bezüglich proprietärer Software beziehen sich die Aussagen in erster Linie auf ArcGIS. Dies hat sich daraus ergeben, dass bei den Interviewpartnern mit proprietärer Software vor allem ArcGIS eingesetzt wird. Es ist anzunehmen, dass sich die meisten Aussagen auf proprietäre GIS-Software generell verallgemeinern lassen, doch müsste dies ebenfalls empirisch überprüft werden.

Die Erklärungskraft der theoretischen Konzepte Switching Costs und Netzwerkeffekte für die Abhängigkeit von Softwareanbietern und die Persistenz von Technologien ist hoch. Die Begriffe Lock-In und Pfadabhängigkeit dagegen sind in der Analyse schwierig umzusetzen, da sie in der Literatur schwammig definiert sind. Lock-In impliziert intuitiv einen unveränderbaren Zustand, den man in Realität kaum antreffen wird, so wird Lock-In auch in der Theorie häufig in einer abgeschwächten Form interpretiert. Pfadabhängigkeit überspannt die Konzepte von Switching Costs, Netzwerkeffekten und Lock-In, bringt aber im hier untersuchten Kontext keinen Mehrwert für die Analyse. Es hat sich als zu wenig griffig und zu wenig passend für die Untersuchung von Abhängigkeit von Software-Herstellern im GIS-Bereich erwiesen. Dank der offenen Methodik der qualitativen Untersuchung war es dennoch möglich, wichtige Aspekte, die ausserhalb des theoretischen Frameworks liegen, zu erkennen, beispielsweise die Rolle der organisatorischen Rahmenbedingungen.

6 Fazit und Ausblick

Die Analyse der Interviews mit GIS-Fachleuten aus Gemeinden und Kantonen hat gezeigt, dass im Bereich von kommerzieller GIS-Software Tendenzen zu (Pfad-)Abhängigkeit vorhanden sind. Vor allem die hohen Switching Costs führen zur Abhängigkeit von kommerziellen Software-Anbietern. Aber es gibt Alternativen auf dem Markt und mit QGIS auch eine valable Open Source-Lösung. In den Interviews wurden einige Beispiele genannt, wo ein Softwarewechsel stattgefunden hat, die Abhängigkeit ist also begrenzt. Deshalb können proprietäre GIS-Anbieter die Abhängigkeit ihrer Kunden nur bis zu einem gewissen Grad ausnützen, da sich sonst ein Wechsel lohnt.

Mit FME, INTERLIS und Webdiensten sowie mit der zunehmenden Öffnung der proprietären Formate bestehen kaum mehr direkte Netzwerkeffekte. Ein Lock-In-Effekt, weil die Daten in proprietären Lösungen «eingesperrt» sind und nicht herausgelöst werden können, wie von SwissICT & CH Open (2018) postuliert wird, besteht für Geodaten in der Regel nicht, höchstens bei Fachdaten wie Leitungskataster, wo der Migrationsaufwand erheblich sein kann. Indirekte Netzwerkeffekte sind vor allem bei der Wahl einer neuen Software wichtig. Verwaltungseinheiten, die eine integrierte GIS-Lösung haben wollen oder müssen sowie solche mit knappen personellen Ressourcen schliessen wegen ungenügendem Angebot an Partnern und an Wissen Open Source deshalb aus. Dies hat aber kaum einen negativen Einfluss auf deren Bezugsorganisationen: Da direkte Netzwerkeffekte eher gering sind, drängt die hohe Verbreitung von esri in der öffentlichen Verwaltung die mit den Verwaltungen im Geodaten-Austausch stehenden Dienstleister kaum dazu, die gleiche Software zu verwenden. Im Gegenteil, QGIS wird ihnen teilweise sogar von den auftraggebenden Behörden empfohlen.

Hauptsächlich stehen die hohen Switching Costs sowie die fehlenden Vorteile von Open Source einer weiteren Verbreitung von QGIS entgegen: Eine Softwaremigration auf ein neues Produkt ist sehr aufwändig, insbesondere wenn man von einer proprietären Lösung auf ein Open Source-Produkt wechseln möchte. Im GIS-Bereich

bieten Open Source-Dienstleister heute für viele Kunden noch zu wenig attraktive Angebote, als dass sie die Switching Costs kompensieren könnten.

Das Potential zur Reduktion von Abhängigkeit durch den Einsatz von Open Source ist im Moment noch begrenzt, vielmehr tauscht man die Abhängigkeit von Software-Herstellern gegen die Abhängigkeit von Dienstleistern und von internen Mitarbeitenden aus. Längerfristig könnte diese Situation sich verbessern, wenn das Angebot an Open Source-Dienstleistern erweitert und wenn sich die Open-Source Softwares derart weiterentwickeln, dass der interne personelle Aufwand sowie das erforderliche technische Knowhow nicht mehr höher ist als bei proprietären Alternativen. Die Behörden sind gefordert, die Voraussetzungen für Open Source-Einsatz zu verbessern, indem auf gesetzgeberischer Ebene internationale Standards gefördert und auf organisatorischer Ebene die nötigen personellen Ressourcen zur Betreuung von Open Source-Software zur Verfügung gestellt werden.

In den Interviews konnte zwar kein Lock-In der GIS-Anwender festgestellt werden, aber es besteht mit grosser Wahrscheinlichkeit ein Lock-In auf der Software FME und möglicherweise ist der Anbietermarkt auch für Fachschalen der amtlichen Vermessung stark abhängig von wenigen proprietären Anbietern. Dies wären also zwei weitere Fallbeispiele, die im Zusammenhang von Geoinformatik und Abhängigkeit von Softwareherstellern untersucht werden könnten.

Die in den Interviews aufgetauchten Themen könnten in quantitative Studien integriert werden wie beispielsweise die Open Source Studie Schweiz (SwissICT & CH Open, 2018): Es könnte dort ein Item aufgenommen werden zu der Frage, ob die Budgetierungspraxis oder die Art des Budgets (Sachkredite statt Personalbudget) der Adoption von Open Source im Wege stehen. Weiter wäre es für ein Monitoring der Situation von Open Source-GIS nützlich, entweder GIS-Software als eigene Kategorie zu führen oder explizit einer der bestehenden Kategorien zuweisen, damit klar ist, zu welcher Kategorie von Anwendung GIS-Software gerechnet wird.

Nachdem hier die Situation auf dem GIS-Markt zumindest teilweise beleuchtet wurde, könnte eine qualitative Untersuchung im Bereich CAD weitere Zusammenhänge ans Licht bringen. Fachanforderungen der amtlichen Vermessung werden teilweise

mit CAD-Programmen abgedeckt. In der amtlichen Vermessung bestehen sehr genaue Vorgaben und Normen an die Datenqualität, mit einer Studie zu CAD in der Schweiz könnten die Interaktionen von Gesetzgebung und den Dynamiken auf dem CAD-Markt untersucht werden. Dass CAD einen noch ungesättigten Bedarf an In der aktuellen Darstellung scheint CAD bezüglich Bedarfs nach Open Source auf dem vierten Rang von hinten in einer Liste mit 28 Kategorien. Allerdings übersteigt der Bedarf nach Open Source den Einsatz von Open Source in nur vier Fällen, wovon einer davon CAD ist (SwissICT & CH Open, 2018). Auch wenn der absolute Bedarf also klein ist, besteht bei CAD relativ gesehen ein grosser Nachholbedarf im Open Source-Bereich.

Die in dieser qualitativen Studie aufgezeigten Ergebnisse könnten in Hypothesen für quantitative Studien übersetzt und geprüft werden: In Bezug auf Switching Costs wäre es interessant zu erfahren, wie hoch die Entscheidungsträger diese schätzen und diese Angaben mit Zahlen von tatsächlich erfolgten Software-Wechseln zu vergleichen. Vertiefte Untersuchung verdient auch der Einfluss von Personalpolitik bei der öffentlichen Hand auf Open Source: Eine aus den Interviews abgeleitete These ist, dass eine Adoption von Open Source dadurch gehindert wird, dass es bei den Behörden einfacher ist, Budget für Lizenzen und Leistungen Externer zu erhalten als für interne personelle Ressourcen. Weill für die Betreuung und Weiterentwicklung von Open Source im Moment noch mehr interner Aufwand anfällt als bei der Betreuung einer proprietären Lösung, könnte dies ein Hindernis für Verbreitung von Open Source sein. Die Tatsache, dass zwei von drei Äusserungen zu diesem Thema nur anonym abgegeben wurden, lässt vermuten, dass hier spannende Erkenntnisse zu gewinnen wären.

Um Open Source in der Verwaltung noch mehr zu fördern, bringen Fallbeispiele wertvolle Erkenntnisse. Quantitative Studien bieten eine Vogelschauperspektive auf die Situation von Open Source. Da sich die Situation je nach Komponente eine IT-Systems (Datenbank, Anwendung, Server etc.), je nach Aufgabe und nach Organisationseinheit unterscheidet, sind vertiefte Einblicke wie diese Analyse eine wichtige Ergänzung zu statistischen Daten und können neue Inputs für quantitative Erhebungen und Fördermassnahmen geben.

Anhang

Folgende Anhänge sind in digitaler Form Bestandteil dieser Arbeit:

- Interview Transkripte
 - 20180418_P1
 - 20180420_P2
 - 20180425_Mix1
 - 20180425_OS1
 - 20180427_Mix2
 - 20180501_P3
 - 20180502_P4
 - 20180508_P5
 - 20180516_OS2
- Codierte Segmente und Auswertung OS vs proprietär
- Gesprächsleitfaden_Beiispiel

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Arten von Switching Costs nach (Burnham et al., 2003, p. 112)	19
Abbildung 2 Equilibrium im Sinne der neoklassischen Theorie (oben) und im Sinne der Pfadabhängigkeit (unten). (Kline, 2001, p. 99)	21
Abbildung 3 Für die Codierung verwendete Codes.....	29

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Übersicht der geführten Interviews.....	31
---	----

Abkürzungsverzeichnis

CPV	Common Procurement Vocabulary
FME	« Feature Manipulation Engine», eine Software der Firma Safe, die Geodaten automatisiert verarbeiten und transformiert
GIS	Geografisches Informationssystem
GPL	GNU General Public License
IT	Information Technology
M&A	Mergers & Acquisitions
NGO	Non Governmental Organisation
ÖREBKV	Verordnung über den Kataster der öffentlich-rechtlichen Eigentumsbeschränkungen (ÖREBKV, 2009)
ÖV	öffentlicher Verkehr
OS	Open Source
TCO	Total Cost of Ownership
VAV	Verordnung über die amtliche Vermessung (VAV, 1992)
VöB	Verordnung über das öffentliche Beschaffungswesen (VöB, 1995)
WFS	Web Feature Service
WMS	Web Map Service
WMTS	Web Map Tile Service

Literaturverzeichnis

- Agrawal, S., & Gupta, R. D. (2014). Development and Comparison of Open Source based Web GIS Frameworks on WAMP and Apache Tomcat Web Servers. *ISPRS - International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, XL-4*, 1–5.
- Amt für Geoinformation, & Koordinationsstelle Geodat. (2009). Geoinformationsstrategie des Kantons Bern. Beschlossen vom Regierungsrat am 2. Dezember 2009 (RRB 2063).
- Anwendergruppe, Q. (2018). QGIS Anwendergruppe Schweiz — QGIS Anwendergruppe Schweiz. Retrieved 20 August 2018, from <https://www.qgis.ch/de>
- Arthur, W. B. (1989). Competing Technologies, Increasing Returns , and Lock-In by Historical Events. *The Economic Journal*, 99(394), 116–131.
- Arthur, W. B. (2013). Comment on Neil Kay’s paper - ‘Rerun the tape of history and QWERTY always wins’. *Research Policy*, 42, 1186–1187.
- Arthur, W. B., Ermoliev, Y., & Kaniovski, Y. M. (1987). Path Dependent Processes and the Emergence of Macro Structure. *European Journal of Operational Research*, 30, 294–303.
- Barnes, W., Gartland, M., & Stack, M. (2004). Old Habits Die Hard: Path Dependency and Behavioral Lock-In. *Journal of Economic Issues*, 38(2), 371–377.
- Bibby, D., & Ducke, B. (2017). Free and Open Source Software Development in Archaeology. Two interrelated case studies: gvSIG CE and Survey2GIS. *Internet Archaeology*, (43), 1–9.
- BöB. (1994). Bundesgesetz über das öffentliche Beschaffungswesen vom 16. Dezember 1994 (172.056.1). Retrieved 12 April 2018, from <https://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/19940432/201801010000/172.056.1.pdf>
- Bogner, A., Littig, B., & Menz, W. (2014). *Interviews mit Experten. Eine praxisorientierte Einführung*. Wiesbaden: Springer Fachmedien.
- Botschaft / Bericht des Bundesrates. (2017). WTO-Übereinkommen über das öffentliche Beschaffungswesen. Genehmigung. 17.020 Geschäft des Bundesrates. Retrieved 11 April 2018, from <https://www.parlament.ch/de/ratsbetrieb/suche-curia-vista/geschaeft?AffairId=20170020>
- Botschaft Totalrevision BöB. (2017). 17.019. Botschaft zur Totalrevision des Bundesgesetzes über das öffentliche Beschaffungswesen vom 15. Februar 2017 (Vorabdruck).
- Bouras, C., Filopoulos, A., Kokkinos, V., Michalopoulos, S., Papadopoulos, D., & Tseliou, G. (2014). Policy recommendations for public administrators on free and open source software usage. *Telematics and Informatics*, 31(2), 237–252.
- Bundesamt für Strassen ASTRA. (2017). simap.ch Einzelmeldungen, Projekt-ID

- 153730, Meldungsnummer 961643. Retrieved 13 March 2018, from www.simap.ch %3E Erweiterte Recherche %3E Suche nach Projekt-ID 153730
- Bundesgericht. (2011). Bundesgerichtsurteil vom 11. März 2011. 2C_783/2010.
- Burnham, T. A., Frels, J. K., & Mahajan, V. (2003). Consumer Switching Costs: A Typology, Antecedents, and Consequences. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 31(2), 109–126.
- Burrough, P. A., McDonnell, R. A., & Lloyd, C. D. (2015). *Principles of Geographical Information Systems*. (Third Edit). Oxford: Oxford University Press.
- Buxmann, P., Diefenbach, H., & Hess, T. (2015). *Die Softwareindustrie. Ökonomische Prinzipien, Strategien, Perspektiven* (3. Auflage). Berlin Heidelberg: Springer-Verlag.
- David, P. A. (1985). Clio and the Economics of QWERTY. *American Economic Review, Papers and Proceedings*, 75(2), 332–337.
- David, P. A. (1999). At last, a remedy for chronic QWERTY-scepticism! *Presentation at the European Summer School in Industrial Dynamics (ESSID), l'Institute d'Etudes Scientifique de Cargèse (Corse), France*.
- David, P. A. (2000). Path dependence, its critics and the quest for 'historical economics'. *Evolution and Path Dependence in Economic Ideas: Past and Present*, 15–36.
- David, P. A. (2007). Path dependence: A foundational concept for historical social science. *Cliometrica*, 1(2), 91–114.
- Davis, A. R. (2015). A Conceptual Framework for Understanding Path Dependency and Technology Option Evaluation when Valuing IT Opportunities. *International Journal of Business and Social Science*, 6(1), 34–42.
- Di Giacomo, T. (2018). Open Source: Treibstoff der Digitalisierung. *Open Source Studie Schweiz 2018*, 27.
- Dilmurad, V., Kerem, E., Murat, Ç., & Sami, S. B. (2011). Open source software usage on municipalities; a case study: Çankaya municipality. *Procedia Computer Science*, 3, 805–808.
- Ebbinghaus, B. (2005). Can Path Dependence Explain Institutional Change? Two Approaches Applied to Welfare State Reform. *MPIfG Discussion Papers*, 5(2).
- Entwurf BöB. (2017). Entwurf Bundesgesetz über das öffentliche Beschaffungswesen. Retrieved 11 April 2018, from <https://www.admin.ch/opc/de/federal-gazette/2017/2005.pdf>
- Ernst & Young. (2011). *Open Source Software im geschäftskritischen Einsatz*.
- Esri. (2018). Anwendergruppen Esri Schweiz. Retrieved 21 August 2018, from <https://www.esri.ch/de/gis-community/anwendergruppen>
- Europe Economics. (2012). Guidelines for Public Procurement of ICT Goods and Services SMART 2011 / 0044 D2 – Overview of Procurement Practices Final Report, (March).
- European Comission, & PwC EU Services. (2016). *Study on best practices for ICT procurement based on standards in order to promote efficiency and reduce lock-in*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.

- European Commission. (2013). Against lock-in: building open ICT systems by making better use of standards in public procurement.
- Farrell, J., & Klemperer, P. (2006). Coordination and Lock-In: Competition with Switching Costs and Network Effects. *CEPR Discussion Paper No. 5798*, (December), 1–55.
- Farrell, J., & Klemperer, P. (2007). Chapter 31 Coordination and Lock-In: Competition with Switching Costs and Network Effects. In *Handbook of Industrial Organization* (Vol. 3, pp. 1967–2072).
- Fischer, E. (2015). *Wirtschaftlichkeit und Gleichbehandlung: Ein Dilemma?* Universität Bern.
- Free Software Foundation Inc. (2007). GNU General Public License v3. Retrieved 13 February 2018, from <https://www.gnu.org/licenses/gpl-3.0.en.html>
- Frick, R., Strahm, M., & Notter, B. (2016). Geoinformationsmarkt Schweiz. Marktanalyse und Wirtschaftsmonitoring. Swisstopo, SOGI.
- Galenson, D. W. (1993). Review of ‘Institutions, Institutional Change and Economic Performance’ by Douglass C. North. *Economic Development and Cultural Change*, 41(2), 419–422.
- Gartland, M. P. (2005). Interdisciplinary views of sub-optimal outcomes: Path dependence in the social and management sciences. *Journal of Socio-Economics*, 34(5), 686–702.
- Gauch, P. (1997). Das öffentliche Beschaffungsrecht der Schweiz Ein Beitrag zum neuen Vergaberecht. *Recht*, (5), 165–181.
- Geocom. (2018). GEONIS UserClub. Retrieved 21 August 2018, from <https://geocom.ch/de-ch/about/geocom-news/events/2018/06/geonis-userclub>
- GeoIV. (2008). Verordnung über Geoinformation vom 21. Mai 2008. 510.620.
- Ghosh, R. A. (2005). An Economic Basis for Open Standards.
- Gläser, J., & Laudel, G. (2009). *Experteninterviews und qualitative Inhaltsanalyse. 3., überarbeitete Auflage*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Helfferrich, C. (2011). *Die Qualität qualitativer Daten. Manual für die Durchführung qualitativer Interviews*. (4. Auflage). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Helfferrich, C. (2014). 39. Leitfaden- und Experteninterviews. In N. Baur & J. Blasius (Eds.), *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung* (pp. 559–574). Wiesbaden: Springer VS.
- Huisman, O., & de By, R. A. (Eds.). (2009). *Principles of Geographic Information Systems. An introductory textbook*. (Third Edit). Enschede.
- Jäger, C. (2013). 14. Kapitel: Öffentliches Beschaffungsrecht. In M. Müller & R. Feller (Eds.), *Bernisches Verwaltungsrecht. 2. Auflage* (p. 966). Bern: Stämpfli Verlag AG.
- Jansen, S., Brinkkemper, S., Souer, J., & Luinenburg, L. (2012). Shades of gray: Opening up a software producing organization with the open software enterprise model. *The Journal of Systems & Software*, 85(7), 1495–1510.
- KKGeo. (2018). IGarc. Retrieved 21 August 2018, from <http://kkgeo.ch/ueberuns/fachgruppe/esriigarc.html>

- Klemperer, P. (2005). Network Effects and Switching Costs: two short essays for the New Palgrave. Retrieved 7 March 2018, from https://www.researchgate.net/profile/Paul_Klemperer/publication/258452957_Network_Effects_and_Switching_Costs/links/00463527b8a6133ef1000000.pdf
- Kline, D. (2001). Positive Feedback , Lock-In , and Environmental Policy. *Policy Sciences*, 34(1), 95–107.
- Kulak Odermatt, M. (2016). *Analyse von Open Source Einsatz bei Unternehmen und öffentlichen Stellen*. Universität Bern, Bern.
- Lewin, P. (2001). The Market Process and the Economics of QWERTY : Two Views. *Review of Austrian Economics*, 14(1), 65–96.
- Liebold, R., & Trinczek, R. (2009). Experteninterview. In S. Kühl, P. Strodtholz, & A. Taffertshofer (Eds.), *Handbuch Methoden der Organisationsforschung. Quantitative und Qualitative Methoden*. (pp. 32–56). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, GWV Fachverlage GmbH.
- Liebowitz, S. J., & Margolis, S. E. (1995). Path Dependence, Lock-In, and History. *The Journal of Law, Economics & Organization*, 11(1), 205–226.
- Liebowitz, S. J., & Margolis, S. E. (1999). Path Dependence. In B. Bouckaert & G. De Geest (Eds.), *Encyclopedia of Law&Economics* (pp. 981–998). Elgar, Edward.
- Liebowitz, S. J., & Margolis, S. E. (2014). Introduction. In S. J. Liebowitz & S. E. Margolis (Eds.), *Path Dependence and Lock-In* (pp. xiiv–xxiii). Cheltenham UK: Edward Elgar Publishing Limited,.
- Magnusson, L., & Ottosson, J. (2009). *The Evolution of Path Dependence*. (L. Magnusson & J. Ottosson, Eds.). Cheltenham: Edward Elgar Publishing, Inc.
- Margolis, S. E. (2009). Path dependence and public policy: lessons from economics. In L. Magnusson & J. Ottosson (Eds.), *The Evolution of Path Dependence*. Cheltenham: Edward Elgar Publishing Limited.
- Margolis, S. E. (2013). A tip of the hat to Kay and QWERTY. *Research Policy*, 42, 1188–1190.
- Mayring, P., & Fenzl, T. (2014). Qualitative Inhaltsanalyse. In N. Baur & J. Blasius (Eds.), *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung* (pp. 543–556). Wiesbaden: Springer VS.
- Morgan, L., & Finnegan, P. (2007). Benefits and Drawbacks of Open Source Software: An Exploratory Study of Secondary Software Firms. *IFIP International Federation for Information Processing*, 234, 307–312.
- Moser, T. (2017). *Anbieter von ICT-Gütern und - Dienstleistungen in der öffentlichen Beschaffung*. Universität Bern.
- Opara-Martins, J., Sahandi, R., & Tian, F. (2016). Critical analysis of vendor lock-in and its impact on cloud computing migration: a business perspective. *Journal of Cloud Computing: Advances, Systems and Applications*, 5(4).
- Open Forum Europe. (2014). *OFE Procurement Monitoring Report 2014 – 1st Snapshot*. (Openforum Europe, Ed.). Openforum europe.
- ÖREBKV. (2009). Verordnung über den Kataster der öffentlich-rechtlichen Eigentumsbeschränkungen (ÖREBKV) 510.622.4.

- Organisation KKGEO. (n.d.). Retrieved 21 August 2018, from <http://kkgeo.ch/ueberuns/organisation.html>
- Page, S. E. (2006). Path Dependence. *Quarterly Journal of Political Science*, 1(1), 87–115.
- Peters, R. (2010). *Internet-Ökonomie*. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag.
- Poledna, T., & do Canto, P. (2009). IT-Beschaffungen des Bundes: Freihändige Vergabe mit gebundenen Händen ? *Jusletter*, (18. Mai 2009), 1–6.
- Przyborski, A., & Wohlrab-Sahr, M. (2008). *Qualitative Sozialforschung: Ein Arbeitsbuch*. München: Oldenburg Verlag.
- Puffert, D. J. (2000). The Standardization of Track Gauge on North American Railways, 1830-1890. *Journal of Economic History*, 60(4), 933–60.
- QGEP, Q. A. S. S. (n.d.). Opensource Fachschale Abwasser & Generelle.
- Razavian, S. M., Khani, H., Yazdani, N., & Ghassemi, F. (2013). An Analysis of Vendor Lock-In problem in Cloud Storage. *Proceedings of the 3rd International Conference on Computer and Knowledge Engineering, ICCKE 2013*, 331–335.
- Rogers, S. R., & Staub, B. (2013). Standard use of Geographic Information System (GIS) techniques in honey bee research. *Journal of Apicultural Research*, 52(4), 1–48.
- Roithmayr, D. (2004). *Locked in Segregation* (No. LE04-011). *Law and Economics Working Paper Series*.
- Rouzaud, D. (2014). A water network in QGIS. Retrieved 20 August 2014, from https://www.qgis.ch/de/ressourcen/anwendertreffen/2014/qwat-qgis-water-module/at_download/file
- Saldaña, J. (2009). *The Coding Manual for Qualitative Researchers*. London: SAGE Publications Ltd.
- Schneider Heusi, C. (2013). *Vergaberecht in a nutshell*. Zürich/St. Gallen: DIKE.
- Schreier, M. (2014). Varianten qualitativer Inhaltsanalyse: Ein Wegweiser im Dickicht der Begrifflichkeiten. *Forum Qualitative Sozialforschung*, 15(1), 27.
- Schreyögg, G. (2014). Pfadabhängigkeit und Pfadbruch in Unternehmen. *Schmalenbachs Zeitschrift Für Betriebswirtschaftliche Forschung*, 68, 1–17.
- Shane, M. (1997). Lock-in and the Costs of Switching Mainframe Computer Vendors: What Do Buyers See? *Industrial and Corporate Change*, 6(2), 247–274.
- Simon, E. (2013). *Geografische Informationssysteme in Unternehmen: 'Best-Practices', Einsatzpotentiale und Wettbewerbsvorteile*. Bachelorarbeit Universität Augsburg, Juli 2012. Bachelor + Master Publishing, Hamburg.
- Stephen, J., Page, J., Myers, J., Brown, A., Watson, D., & Magee, S. I. (2010). *System Error. Fixing the flaws in government IT*. London: Institute for Government.
- Stürmer, M. (2014). Mehr Geld im Portemonnaie und weniger Sorgen im Gepäck. *Swiss IT Magazine*, (01/02), 36–47.
- Stürmer, M. (2018). Abhängigkeiten und Beschaffungskriterien von Open Source Software. *Open Source Studie Schweiz 2018*, 35.

- Stürmer, M., Krancher, O., & Myrach, T. (2017). When the Exception Becomes the Norm: Direct Awards to IT Vendors by the Swiss Public Sector. *Proceedings of the 10th International Conference on Theory and Practice of Electronic Governance*, 43–46.
- SwissICT, & CH Open. (2018). Open Source Studie Schweiz.
- Sydow, J., Schreyögg, G., & Koch, J. (2009). Organizational Path Dependence: Opening the Black Box. *The Academy of Management Review*, 34(4), 689–709.
- VAV. (1992). Verordnung über die amtliche Vermessung (VAV) vom 18. November 1992. 211.432.2.
- VöB. (1995). Verordnung über das öffentliche Beschaffungswesen vom 11. Dezember 1995 (172.056.11).
- von Graffenried, A. (2011). Fairer Wettbewerb bei öffentlichen IT-Beschaffungen. Motion 11.3717.
- Wicki, F. (2013a). *Amtliche Vermessung Schweiz 2030. Analyse von Trends und Einflüssen auf die amtliche Vermessung und Erarbeitung von entsprechenden Handlungsempfehlungen, basierend auf einer Delphi-Befragung. Masterarbeit.* Universität Bern.
- Wicki, F. (2013b). *Amtliche Vermessung Schweiz 2030 – Delphi-Befragung. Handlungsempfehlungen für die Weiterentwicklung der amtlichen Vermessung in den nächsten 10-20 Jahren. Schlussbericht.* (Eidgenössische Vermessungsdirektion c/o Bundesamt für Landestopografie & Konferenz der kantonalen Vermessungsämter c/o Amt für Geoinformation des Kantons TG, Eds.). Eidgenössische Vermessungsdirektion c/o Bundesamt für Landestopografie Konferenz der kantonalen Vermessungsämter c/o Amt für Geoinformation des Kantons TG.
- Wittwer, S. (2017). *Abhängigkeiten von Beschaffungsstellen im öffentlichen Beschaffungswesen bezüglich des freihändigen Verfahrens bei IT-Projekten. Masterarbeit.* Universität Bern.
- Zhu, K., Kraemer, K. L., Gurbaxani, V., & Xu, S. X. (2006). Migration to Open Standard Interorganizational Systems: Network Effects, Switching Costs and Path Dependency. *MIS Quarterly*, 30, 515–539.
- Zhu, K. X., & Zhou, Z. Z. (2012). Lock-In Strategy in Software Competition: Open-Source Software vs. Proprietary Software. *Information Systems Research*, 23(2), 536–545.
- Zittrain, J. (2004). Normative Principles for Evaluating Free and Proprietary Software. *The University of Chicago Law Review*, 71(1), 265–287.

Selbständigkeitserklärung

„Ich erkläre hiermit, dass ich diese Arbeit selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen benutzt habe. Alle Stellen, die wörtlich oder sinngemäss aus Quellen entnommen wurden, habe ich als solche gekennzeichnet. Mir ist bekannt, dass andernfalls der Senat gemäss Artikel 36 Absatz 1 Buchstabe o des Gesetzes vom 5. September 1996 über die Universität zum Entzug des aufgrund dieser Arbeit verliehenen Titels berechtigt ist.“

Handschriftliche Unterschrift

Bern, 14.9.2018

Barbara Teuscher

Veröffentlichung der Arbeit

I.d.R. werden schriftliche Arbeiten öffentlich zugänglich gemacht.

- Hiermit erlaube ich, meine Arbeit auf der Website der Forschungsstelle Digitale Nachhaltigkeit zu veröffentlichen.
- Ich möchte auf eine Veröffentlichung meiner Arbeit verzichten.

Falls eine Vertraulichkeitserklärung unterschrieben wurde, ist es Sache des Studierenden, das Einverständnis des Praxispartners einzuholen. Es muss der Arbeit eine schriftliche Bestätigung des Praxispartners beigelegt werden.

Die Benotung der Arbeit erfolgt unabhängig davon, ob die Arbeit veröffentlicht werden darf oder nicht.

Handschriftliche Unterschrift

Bern, 14.9.2018

Barbara Teuscher