

Energiekarten für die Schweiz – Aufbereitung der Gebäude- und Wohnungsstatistik mit QGIS/PostgreSQL/PostGIS

Regina Flury von Arx, novatlantis gmbh

Wie lassen sich die frei verfügbaren Informationen der Gebäude- und Wohnungsstatistik der Schweiz (GWS) für alle Gemeinden der Schweiz sinnvoll darstellen und nutzen? Diese Frage stand zu Beginn eines Projektes mit der Leitidee „Datenschätze heben“, welches zum Ziel hatte, mit der Visualisierung vorhandener Informationen Diskussions- und Entscheidungsgrundlagen zu verbessern und so einen Beitrag an die Umsetzung der Energiestrategie 2050 auf kommunaler Ebene zu leisten.

Die Schweiz ist ein Land der kleinen Strukturen: Rund 2'300 Gemeinden mit grösstenteils einer Einwohnerzahl weniger als 2'000 sind für einen grossen Teil des Vollzugs in Raum- und Verkehrsplanung, Bauwesen und Energieversorgung zuständig. Die Aufgaben werden von den Gemeinderäten und Exekutivmitgliedern mit viel persönlichem Einsatz und Engagement für die Gemeinschaft gemeistert. Der Arbeit all dieser Leute gebührt Anerkennung und Dank! Schade ist hingegen, dass vorhandene Grundlagen und Informationen nicht so genutzt werden, wie es möglich wäre: Grundlagenkenntnisse, Statistiken und Daten verschwinden in Tabellen, Datenbanken oder Schubladen und werden für die Entscheidungsfindungsprozesse in den Gemeinden nicht so eingesetzt, wie sie könnten: Dies ist eine Verschwendung von Informationen, Ressourcen und Finanzen. Kräfte werden zu wenig gebündelt, Handlungsspielräume unnötig eingeschränkt und Fehlentscheide in Kauf genommen. Ein grosses Informationspotential liegt brach!

Die Macht der Visualisierung

Hier setzen die Gemeinde-Energiekarten der novatlantis gmbh an: Durch die Visualisierung der Gebäude- und Wohnungsstatistik (GWS) erhalten die Gemeinden einen Eindruck über die Energieversorgung ihrer Gemeinde sowie über die Aufteilung des Gebäudeparks nach Bauperioden. Durch die Darstellung der Informationen in einer Karte ist ein neuer Blick auf die gemeindeeigenen Daten möglich. Zusammen mit dem in der Gemeinde vorhandenen Wissen und in Verbindung mit einem auf Energieplanung spezialisierten Beratungsbüro können diese Karten interpretiert und Rückschlüsse auf die Datenqualität gezogen werden. Es liegt in den Händen der Gemeinden, einen Prozess der kontinuierlichen Verbesserung der Gebäude- und Wohnungsregisterdaten anzustossen und einen Beitrag an die Grundlagen für die kommunale Energiepolitik und der Energiestrategie des Bundes zu leisten.

Datengrundlagen

Das Bundesamt für Statistik veröffentlicht jährlich die Gebäude- und Wohnungsstatistik (GWS). Basis der GWS ist das eidg. Gebäude- und Wohnungsregister (GWR) in Kombination mit Daten der harmonisierten Einwohnerregister (EWR) sowie der Strukturerhebung (SE). Die GWS liefert Informa-

tionen zur Struktur des gesamten Gebäude- und Wohnungsparks und über die Wohnverhältnisse (z.B. Wohn- und Belegungsdichte, Fläche pro Bewohner) der Bevölkerung sowie über die Energieträger eines Gebäude und seine Bauperiode. Die Erhebung der Daten erfolgt durch die für die Bewilligung eines Bauvorhabens zuständigen Bauämter. Die Praxis der Kantone und Gemeinden ist sehr heterogen; dies führt dazu, dass insbesondere im Energiebereich die Datenqualität unterschiedlich ist. Zur Zeit werden Daten für Gebäude mit Wohnnutzung erhoben; mit der neuen GWR-Verordnung sollen jedoch auch sämtliche Dienstleistungs- und Produktionsstätten bis spätestens Ende 2020 erfasst und nachgeführt werden¹. Für die Erstellung der Gemeinde-Energiekarten wurden aus Datenschutzgründen die pseudonymisierten Einzeldaten der GWS verwendet. Diese erlauben eine Zuordnung der Wohnungen zu Gebäuden sowie eine hektargenaue Lokalisierung der Gebäude. Insgesamt wurden pseudonymisierte Datensätze von 1'712'893 Gebäuden und 4'351'846 Wohnungen nach Hektaren und Gemeinden aggregiert, ausgewertet und visualisiert.

Thematische Karten

Von einer Vielzahl an Merkmalen werden 4 für die Erstellung thematischer Karten ausgewählt, welche den höchsten Informationsgrad für Gemeinden aufweisen:

- die Gebäude nach Bauperioden (Karte Bauperioden, Abb. 1)
- die Energieträger für die Bereitstellung von Raumwärme (Karte Raumwärme, Abb. 2)
- die Energieträger für die Bereitstellung von Warmwasser (Karte Warmwasser, Abb. 3) sowie
- die abgeleiteten Heizöläquivalente in Litern pro Hektare (Karte Heizöläquivalente, Abb. 4).

Zusätzlich zu den thematischen Karten wird für jede Gemeinde ein Datenblatt bereitgestellt, welches Kennzahlen zum Gebäudepark, aber auch Grafiken und Visualisierungen zu diesen Kenndaten enthält.

¹ Verordnung über das eidgenössische Gebäude- und Wohnungsregister (VGWR) vom 9. Juni 2017 (Stand am 1. Juli 2017)

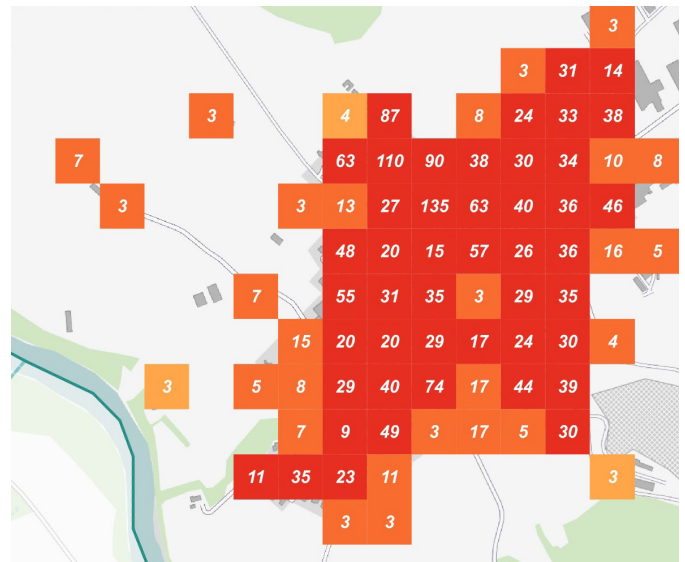
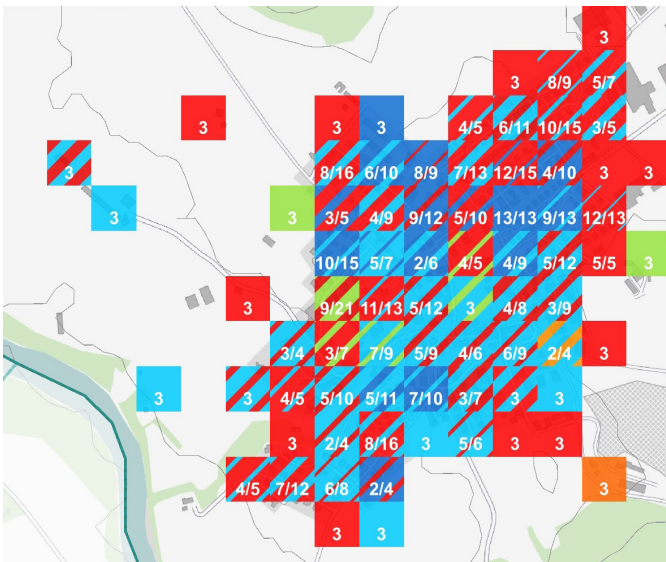
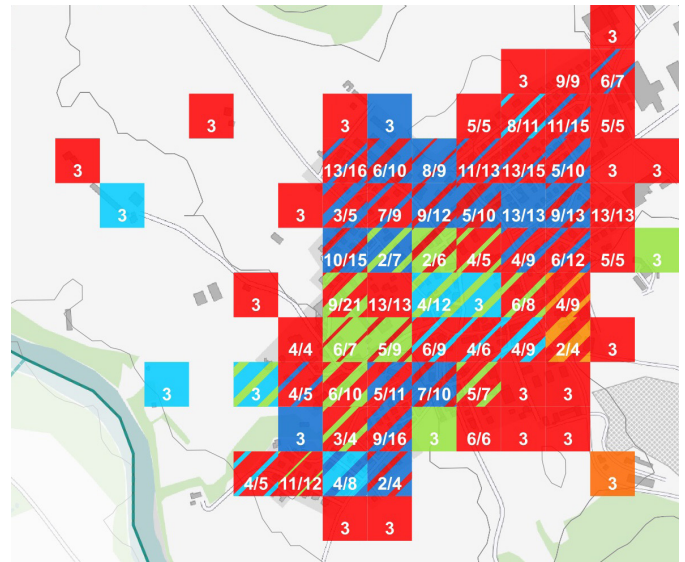
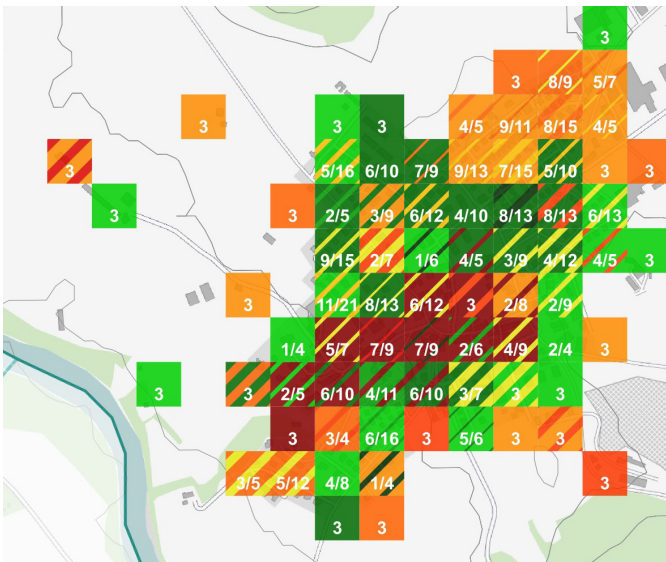


Abb. 1-4 Ausschnitt aus den Energiekarten der Gemeinde Stetten: Im Uhrzeigersinn, beginnend oben links: Wohngebäude nach Bauperiode, Wohngebäude nach Energieträger für die Raumwärmeerzeugung, Heizöläquivalente der Wohngebäude und ständige Wohnbevölkerung, Wohngebäude nach Energieträger für die Warmwassererzeugung, (aus Datenschutzgründen sind Werte kleiner 3 als 3 ausgewiesen).



Lesehilfe am Beispiel der Karte Raumwärmeerzeugung: Der Karteneintrag 9/15 bedeutet: Häufigster Energieträger der Wohngebäude (hier 9) zum Total der Wohngebäude (hier 15) pro Hektare. Die Grundfarbe (hier orange) steht für den häufigsten Energieträger (hier Gas), die Schraffur (hier rot) für den zweithäufigsten (hier Öl). Je schmäler die Schraffur, desto kleiner die Anzahl des zweithäufigsten Energieträgers).

Datenaufbereitung Karten

Für die Datenbearbeitung und Visualisierung dienen die Open-Source-Datenbank-Software PostgreSQL mit der räumlichen Erweiterung PostGIS sowie QGIS als geographisches Informationssystem. Für die drei Karten Raumwärme, Warmwasser und Bauperioden wurden zuerst die Merkmale nach Hektare aggregiert und anschliessend die Tabelle so transformiert, dass die neue Tabelle die Merkmale als Spal-

tennamen führt und die Anzahl des Vorkommens der Merkmale als Werte in der entsprechenden Spalte ausgewiesen werden. Aus dieser Aggregation mittels der colpivot-Funktion resultiert eine Tabelle, welche für jede Hektare (Zeile) alle vorkommenden Merkmale mit der Anzahl des Vorkommens ausweist. Die Kartendarstellung in QGIS erfolgt nun im Hektarraster. Doch welches Merkmal soll in diesem Raster dargestellt werden? Nur dasjenige, welches am häufigsten vor-

kommt? Dann gehen Informationen verloren. Um möglichst viele Informationen darstellen zu können, wird in QGIS eine relativ komplexe Legende mit regelbasierter Darstellung entwickelt, welche aber dennoch lesbar bleibt. Es wird der häufigste und der zweithäufigste Energieträger bestimmt, diese mit ihrem jeweiligen Anteil am Total der Energieträger gewichtet und so die Breite ihrer Schraffur bestimmt (vgl. Abb. 1-4 und Lesehilfe S. 2 unten). Als Zusatzinformation wird der Anteil des häufigsten Energieträgers am Total der Energieträger in die Hektare geschrieben. Die Lesehilfe hilft bei der Interpretation der Karte.

Für die Merkmale Warmwasser und Bauperiode wird das gleiche Verfahren angewendet.

Die Darstellung der Heizöläquivalente in Litern pro Hektare erfordert zusätzliche Arbeitsschritte. Zuerst muss die Wohnfläche nach Gebäude bestimmt werden. Dazu werden die beiden Tabellen "Gebäude" und "Wohnungen" über den pseudonymisierten Gebäudeidentifikator verknüpft und die Wohnflächen nach Gebäude aggregiert. Danach wird der Energiebedarf mit nach Bauperioden standardisierten Energiekennzahlen pro Gebäude (BFE, 2007) berechnet und wiederum nach Hektaren aggregiert. Die so berechnete Energiedichte stellt eine äusserst grobe Abschätzung des Energieverbrauchs für die Raumwärme dar. Aus diesem Grund wird darauf verzichtet, numerische Werte für die Energiedichte anzugeben – es werden lediglich Kategorien ausgewiesen. Als zusätzliche Interpretationshilfe dieser Karte wird hier pro Hektare die ständige Wohnbevölkerung notiert.

Auf den thematischen Karten findet sich eine Zusammen-

stellung der Merkmalsausprägungen pro Gemeinde: Für diese Zusammenstellung wird wiederum auf die Roh Tabelle zurückgegriffen und die Daten werden nach Gemeinden aggregiert.

Für die Hintergrundkarte wird auf Open Street Map (OSM) Daten, bereitgestellt von Geofabrik, zurückgegriffen. Da die Informationsdichte der thematischen Karten sehr hoch ist, ist es wichtig, dass die Hintergrundkarte zwar die notwendige Orientierungshilfe im Raum liefert, sich selbst aber visuell zurücknimmt. Die Darstellung der Hintergrundkarte wird mit Maperitive optimiert und Tiles für die ganze Schweiz werden berechnet. Diese Berechnung beansprucht den Arbeitsspeicher des Rechners stark, weshalb die Tiles in kleineren regionalen Einheiten gerechnet werden. Diese kleineren regionalen Einheiten werden aus den OSM-Daten mittels dem Kommandozeilen-Tool Osmosis extrahiert. Der Arbeitsschritt der Tiles-Generierung wird mit einem Bash-Skript automatisiert. Die Tiles werden danach lokal mit Hilfe des „TileLayer Plugin“ aus dem offiziellen Plugin Repository von QGIS eingebunden.

Bei grossflächigen Gemeinden zeigt sich, dass die Karten ab einem Massstab von 25'000 schlecht lesbar werden – für diese Fälle werden rund 900 Zoom-Ausschnitte definiert, welche sich auf das Baugebiet einer Gemeinde konzentrieren und für welche Detailkarten ausgegeben werden.

Datenblatt

Neben Interpretationshilfen und Hinweisen zur Methodik finden sich auf dem Datenblatt Grafiken zum Gebäudepark. Wie erstellt man nun Grafiken für rund 2'300 Gemeinden und ordnet diese korrekt zu? Dafür wird mit dem LaTeX-Pa-

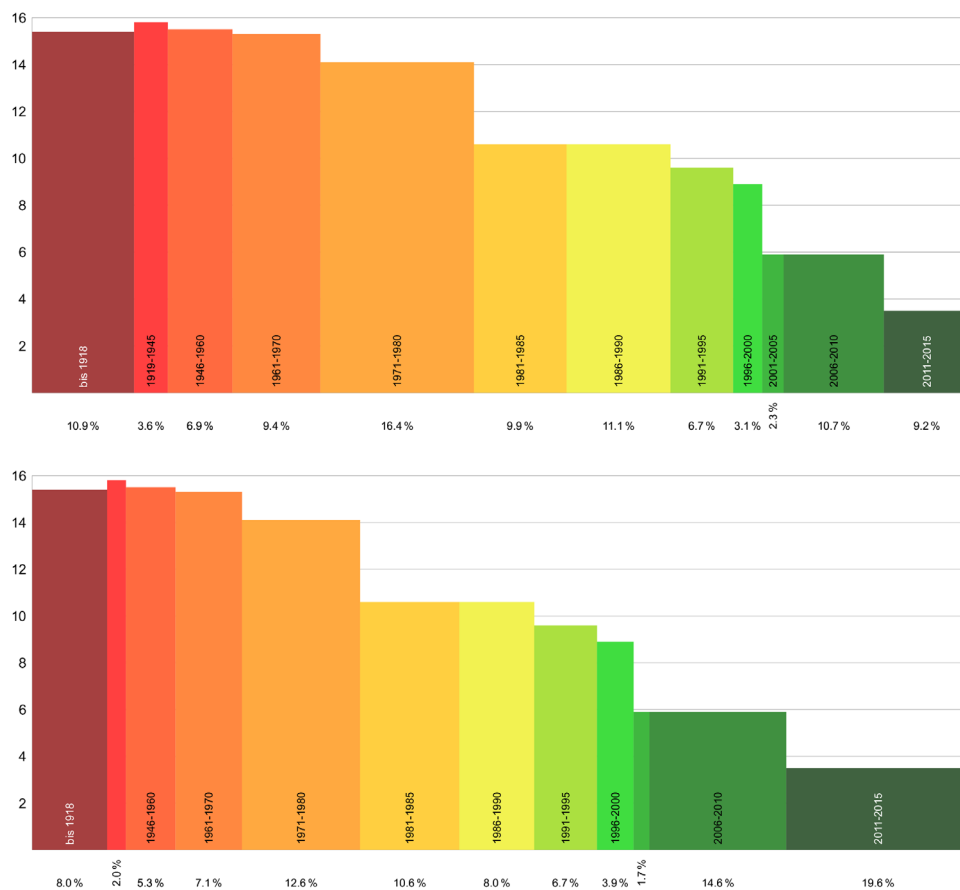


Abb. 5 Ausschnitt aus dem Datenblatt: Verteilung der Wohngebäude (oben) und Wohnflächen (unten) nach Bauperioden und Energiekennzahlen
y-Achse: Heizöläquivalente l/m²
x-Achse: Bauperioden und Anteile am Gebäudepark

ket TikZ ein Grafiktemplate generiert, welches dann mittels Bash-Skript und einem csv-Daten-Inputfile (exportiert aus der PostgreSQL-Datenbank) die Grafiken im pdf-Format ausgibt. Mit Mogrify, einem Kommandozeilen Programm aus ImageMagick, werden diese anschliessend in ein png-Format transformiert und in eine Druckzusammenstellung von QGIS eingebunden.

Ausgabe

Der Anspruch, für jede Gemeinde der Schweiz ein Energiekartenset bestehend aus einem Datenblatt, 4 thematischen Karten und je nach Gemeindegrösse und -struktur Fokus-ausschnitten und weiteren Karten für Weiler, Exklaven und fusionierte Gemeindeteile zu produzieren, mündet in einer Dateienflut: Bei 2'255 Gemeinden ergeben sich total 12'800 Karten (davon 3'564 Fokus-Ausschnitte) und 2'255 zweiseitige Datenblätter, insgesamt 15'055 Dateien.

Die Produktion der Karten mit der Atlasfunktion von QGIS funktioniert reibungslos – benötigt jedoch seine Zeit. Um den Output der zu generierenden Karten zu erhöhen, wurden mehrere Instanzen von QGIS (bis zu 12 Instanzen verteilt auf 2 Rechnern) gleichzeitig bedient. Damit konnte die Produktionszeit erheblich reduziert werden. Das Zusammenfügen aller Dateien einer Gemeinde wird wiederum mit einem Bash-Skript, welches einen Ghostscript-Befehl aufruft, durchgeführt. Der Vertrieb der Karten erfolgt nun online über einen Kartenwebshop. Für jede Gemeinde der Schweiz ist ein Energiekartenset in einem pdf-File zusammengefasst.

Dank

Ohne die grossartigen Instrumente, welche die Open-Source-Gemeinschaft entwickelt und zur Verfügung stellt, wäre ein solches Projekt für ein Start up Unternehmen, wie es novatlantis gmbh ist, nie möglich gewesen - ebensowenig wie ohne die vielfältigen Hilfestellungen, welche sich in Foren und Entwicklerwebsiten finden. Allen Entwicklern und Betreuerinnen ganz herzlichen Dank. Ein weiterer Dank geht an das Bundesamt für Statistik, welches die Daten der GWS-Statistik 2015 bereitgestellt und das Projekt mitverfolgt hat. Dank gebührt auch Christoph von Arx, welcher die Bash-Skript Programmierung durchgeführt und viele entscheidende Inputs geleistet hat. Ein weiterer Dank geht auch an die Mitgründerinnen von novatlantis gmbh, Anna Roschewitz und Cornelia Moser, welche an das Projekt geglaubt und das Marketing der Karten übernommen haben.

Quellen

Bundesamt für Statistik (BFS), Gebäude und Wohnungsstatistik, 2015

Bundesamt für Energie (BFE), Erarbeitung einer dem vorliegenden Bundesergebnis vergleichbaren Darstellung der kantonalen Heizwärmebedarfe nach Gebäudetypen und Baualtersklassen, Peter Hofer, Prognos AG, Basel, 2007

Software, Tools und Downloads

colpivot: Dynamic row to column pivotation/transpose in Postgres made simple, Hannes Landeholm, <https://github.com/hnsl/colpivot>

Geofabrik: OpenStreetMap Data Extracts, <http://download.geofabrik.de/>

Ghostscript: An interpreter for the PostScript language and for PDF, www.ghostscript.com

ImageMagick/Mogrify: www.imagemagick.org

LaTeX: A document preparation system, latex-project.org

Maperitive: Paint the world, maperitive.net

Open Street Map: openstreetmap.org/about

Osmosis: <http://wiki.openstreetmap.org/wiki/Osmosis>

PostGIS: Spatial and Geographic Objects for PostgreSQL, postgis.net

PostgreSQL: The world's most advanced open source database, postgresql.org

QGIS: Ein freies Open-Source-Geographisches-Informationssystem, www.qgis.org, Anwendergruppe Schweiz: qgis.ch

TikZ: TikZ ist kein Zeichenprogramm by Till Tantau, ctan.org

Kontakt

novatlantis gmbh - Gemeinnützige Gesellschaft für Nachhaltigkeit und Wissenstransfer

Regina Flury von Arx

c/o Paul Scherrer Institut PSI

5232 Villigen PSI

regina.flury@novatlantis.ch

www.novatlantis.ch

Bezug der Karten

www.novatlantis.ch/kartenshop

Auf der Website von novatlantis und im Kartenshop kann auch das vollständige Beispiel der Gemeinde Stetten mit Datenblatt, weiteren Ausführungen zu den Legenden der thematischen Karten und Interpretation der Daten bezogen werden.

Villigen PSI, 28. November 2017