

Modellierung der Netzbelastung

Veloland Schweiz

Zählung und Befragung 2004



im Auftrag der
Stiftung Veloland Schweiz, Bern
c/o Velobüro Olten

Projekt 4510.011

Lutz Ickert

Stefan Rommerskirchen
Emely Weyand

| Inhalt | Seite |
|---|--------------|
| Abkürzungen | III |
| 1 Einleitung | 1 |
| 2 Modellierung | 2 |
| 2.1 Erzeugung des Aufkommens | 3 |
| 2.1.1 Grundmengengerüst aus den Zählungen | 3 |
| 2.1.2 Fahrtenpotenzial der Verkehrszellen | 4 |
| 2.1.3 Grundmengengerüst nach der Modellierung | 5 |
| 2.2 Verflechtung des Aufkommens | 6 |
| 2.2.1 Matrixerzeugung | 6 |
| 2.2.2 Umrechnung in eine durchschnittliche tägliche Verkehrsmenge | 7 |
| 2.3 Netzmodellierung, Umlegung und Kalibration | 9 |
| 2.3.1 Netzmodellierung | 9 |
| 2.3.2 Anbindungen | 10 |
| 2.3.3 Umlegung | 11 |
| 2.3.4 Kalibration | 11 |
| 3 Ergebnisse | 13 |
| 3.1 Durchschnittliche tägliche Verkehrsmenge | 13 |
| 3.2 Jahreskennwerte | 14 |
| 3.3 Umlegung und Netzbelastung | 16 |
| 4 Ausblick und Empfehlungen | 17 |

Abkürzungen

| | |
|------|--------------------------------------|
| CHF | Schweizer Franken |
| DTV | Durchschnittlicher Täglicher Verkehr |
| km | Kilometer |
| Mio. | Millionen = 1'000'000 |
| tsd. | eintausend = 1'000 |

1 Einleitung

(1) Die Stiftung Veloland Schweiz hat im Jahr 2004 Zählungen und Befragungen an den Routen des Veloland-Netzes durchführen lassen. Damit waren zwei primäre Ziele verbunden: Zum einen die Ermittlung des Aufkommens an Velofahrten auf dem gesamten Veloland-Netz, zum anderen die Nutzungsgewohnheiten der Velofahrenden besser kennen zu lernen. An insgesamt 16 Standorten wurden:

- die vorbeifahrenden Personen gezählt,
- Kurzinterviews durchgeführt und
- Fragebögen abgegeben.

(2) Die mit Hilfe der Kurzinterviews gewonnenen Informationen dienen zur Ermittlung des Aufkommens an Velofahrten auf dem Veloland-Netz. Die Antworten im Fragebogen lassen auf die Nutzungsgewohnheiten schliessen. Die Kombination der quantitativen Informationen aus der Netzbelastung – bspw. in Velofahrten je Tag – mit den qualitativen Informationen aus der Befragung – bspw. den Tagesausgaben oder den Tagesdistanzen – ermöglicht die Bildung von einschlägigen Kennwerten zur Einschätzung von Nutzen und Folgen des Veloland-Netzes. Wichtigste Kennwerte sind bspw. der von den Velofahrten initiierte Jahresumsatz oder die mit den Velofahrten verbundene – umweltfreundliche – Verkehrsleistung.

(3) Der vorliegende Bericht befasst sich mit dem Aufkommen an Velofahrten auf dem Veloland-Netz. Er beschreibt zuerst das konzeptionelle Vorgehen zur Erzeugung der Velofahrten und der Netzbelastung. Anschliessend werden die Ergebnisse dargestellt:

- Aufkommen an Velofahrten für einen durchschnittlichen Tag im Jahr
- Verrechnung des durchschnittlichen täglichen Aufkommens mit Kennzahlen aus der Befragung zur Bildung von Jahreskennwerten (Fahrtaufkommen, Fahrleistung, Umsätze, Logiernächte)
- Umlegung der Velofahrten auf die Routen der Stiftung Veloland

(4) Die Ergebnisse aus den Fragebögen und die Analyse der Nutzungsgewohnheiten der Velofahrenden auf dem Routennetz der Stiftung Veloland sind in einem gesonderten Ergebnis-Band dargestellt.

2 Modellierung

(1) Die Modellierung zur Ermittlung des Fahrtenaufkommens und zur Abbildung der Netzbelastung vollzieht sich in drei Schritten:

- 1. Erzeugung des Aufkommens:
Mit der Erzeugung des Aufkommens werden für insgesamt 179 Verkehrsbezirke Quell- und Ziel(-velo-)verkehre bestimmt. Sie basieren auf den Zählergebnissen der Erhebungen in 2004 und spiegeln somit ein für das Veloland-Netz ganz spezifisches Aufkommen wieder.
- 2. Verflechtung des Aufkommens:
Die Verflechtung des Aufkommens setzt die Quell- und Zielverkehre nach einer bestimmten Zuordnungsvorschrift in Beziehung zueinander und erzeugt eine Matrix über alle 179 Verkehrszellen.
- 3. Modellierung, Umlegung und iterative Kalibration:
Mit Hilfe der Umlegung wird diese Matrix auf das modellierte Veloland-Netz gebracht und als Netzbelastung ausgegeben. Die Kalibration vergleicht an bestimmten Querschnitten die Modellergebnisse mit den tatsächlichen Belastungsdaten an den Zählstellen und gibt den Optimierungsbedarf zur Eichung von Matrix und Netz in mehreren Schritten wieder.

(2) Anhand dieser Vorgehensweise wird nachfolgend das Modell erläutert und im Anschluss werden die entsprechenden Ergebnisse wiedergegeben.

2.1 Erzeugung des Aufkommens

(1) Zur Erzeugung des Aufkommens wird unterstellt, dass die Informationen aus den Erhebungen repräsentativ für das gesamte Veloland-Netz sind. Somit kann davon ausgegangen werden, dass die aus diesen Informationen gewonnenen Kennwerte bezüglich des Veloland-Netzes Allgemeingültigkeit besitzen. Der überschlägige Vergleich von einschlägigen Kennwerten mit bereits bekannten Daten und die Betrachtung der Ergebnisse für sich unterstützen diese Grundannahme¹.

(2) Das Aufkommen gibt die Fahrtenmengen wieder, die von einer Verkehrszelle ausgehen bzw. von ihr angezogen werden. Als Fahrt wird hier eine Reise definiert, die eine Person auf einem Velo für ein und denselben Fahrtzweck zurücklegt. Als zeitlicher Rahmen wird die Fahrtenmenge betrachtet, die innerhalb eines Tages im Veloland-Netz zurückgelegt wird.

(3) Die Fahrtenmengen, die in diesem Modellschritt erzeugt werden, bilden das Aufkommen ab, das im Durchschnitt über alle vier Zähltag aus der Befragung und Erhebung 2004 innerhalb des Erhebungszeitraums erfasst wurde. Dieses – synthetisch erzeugte – Mengengerüst wird anschliessend auf das Netzmodell umgelegt und mit den Zähltdaten verglichen. Aus den Abweichungen wird der Kalibrierungsbedarf abgeleitet. Nach iterativer Optimierung des Modells wird das Mengengerüst so umgerechnet, dass es einen durchschnittlichen Tag im Jahr repräsentiert. Diese Umrechnung wird im Kapitel 2.2.2 beschrieben.

2.1.1 Grundmengengerüst aus den Zählungen

(1) Während der Zählungen im Jahr 2004 (14. und 18. Juli sowie 01. und 05. September) an 16 über das Netz verteilten Zählstellen wurden die Velofahrer stichprobenartig in einem Kurzinterview nach Start- und Zielort ihrer Velotour befragt. Diese Nennungen werden in einem ersten Schritt den 2'826 Schweizer Gemeinden sowie den weiteren Herkunfts- und Zielländern zugeordnet. Danach werden die gemeindescharfen Daten auf die Bezirksebene aggregiert – insgesamt 175 Schweizer Bezirke und 4 ausländische Zellen.

¹ Ideal wäre, die Benutzung von Veloland-Routen standortunabhängig zu erfassen – ähnlich einer Haushaltsbefragung, bspw. im Rahmen des Schweizer Mikrozensus zum Verkehrsverhalten.

2.1.2 Fahrtenpotenzial der Verkehrszellen

(1) Die Ermittlung des Potenzials einer Verkehrszelle als Quelle oder Ziel für Fahrten auf dem Veloland-Netz in Frage zu kommen erfolgt je nach Reiseart (Tages-, Kurz- und Ferienreise) anhand von spezifischen Kennwerten. Für die Erzeugung des Aufkommens der Tagesreisen wird das Fahrtenpotenzial einer Verkehrszelle auf Reisen je Tausend Einwohner und für die Kurz- und Ferienreisen auf Reisen je Tausend Hotelbetten bezogen. Zur Ermittlung dieser Kennwerte werden folgende Hilfsgrössen herangezogen:

- Auswertung der Erhebung an den 16 Zählstellen
- Entfernung der jeweiligen Verkehrszelle zur nächsten Zählstelle
- Einwohnerzahlen
- Anzahl der Hotelbetten

(2) Aus dem Grundmengengerüst der Zählungen werden jeder Zählstelle die an ihr im Kurzinterview erfassten Quell- und Zielbezirke zugeordnet und über alle vier Zählstage gewichtet. Dann werden diese Daten – getrennt in Quell- und Zielverkehr – nach Verkehrszellen sortiert und – je nach Reiseart – ihrer Bezugsgrösse gegenübergestellt: Bei Tagesreisen sind das sowohl für Quell- wie auch für Zielaufkommen die Einwohner, bei Kurz- und Ferienreisen für das Quellaufkommen ebenfalls die Einwohner; für das Zielaufkommen bei Kurz- und Ferienreisen werden die Hotelbetten herangezogen. Praktisch bedeutet dies, dass das entsprechende Aufkommen einer Zelle über alle Zählstellen addiert wird – allerdings (reziprok) gewichtet nach der Entfernung der Zählstellen zur jeweiligen Zelle – und auf tausend Einwohner bzw. tausend Hotelbetten bezogen wird.

(3) Da nicht alle 175 Schweizer Verkehrszellen eine Nennung aufweisen und einige der Zellen offensichtlich nur sehr schwach vertreten sind, werden die einwohner- bzw. hotelbettenbezogenen Kennwerte der repräsentativ vertretenen Zellen auf diese unterbesetzten bzw. leeren Zellen übertragen. Die Übertragung geschieht durch eine multivariate Regression über die Bezugsgrösse (Einwohner oder Hotelbetten) und die kleinste Entfernung der Zelle zur nächsten Zählstelle. Darüber hinaus wurden die Analysereihen in zwei Entfernungsklassen gesplittet, so dass sich homogene Beschreibungsmasse zur Regression ergeben. Das Verfahren wird für Tages- und Mehrtagesreisen separat ausgeführt.

(4) Als Ergebnis stehen für jede der 179 Verkehrszellen je zwei Kennwerte als Start- und als Zielpotenzial zur Verfügung, das sich in Velofahrten je tausend Einwohner bzw. in Velofahrten je tausend Hotelbetten ausdrückt – getrennt nach Starts und Zielen. Diese werden abschliessend mit der Einwohner- bzw. Hotelbettenzahl ausmultipliziert.

2.1.3 Grundmengengerüst nach der Modellierung

(1) Nach der Übertragung der Fahrtenpotenziale auf alle Verkehrszellen und der Verrechnung mit den entsprechenden Einwohner- bzw. Hotelbettenzahlen steht das Grundmengengerüst zur ersten Umlegung der Daten auf das Netzmodell und somit zur Kalibrierung des Modells zur Verfügung.

(2) Wie einleitend beschrieben, spiegelt das ermittelte Aufkommen die durchschnittliche Belastung auf dem Velonetz wieder, die an den vier Erhebungstagen vorherrschte. Um die Menge des durchschnittlichen täglichen Verkehrs (DTV) zu ermitteln, müssen die Quell- und Zielverkehre nach der Modellkalibrierung noch um einige Faktoren korrigiert werden (vgl. Kapitel 2.2.2).

2.2 Verflechtung des Aufkommens

(1) Die zuvor erzeugten Quell- und Zielaufkommen der 179 Zellen müssen im nächsten Schritt miteinander in Beziehung gesetzt werden. Zur Ermittlung der Verkehrsverflechtung werden folgende Grössen herangezogen:

- Quell-/Zielfahrten an den Zähltagen
- Entfernung der Verkehrszellen zueinander
- Tour- und Tagesdistanzen
- Einwohnerzahlen
- Anzahl der Hotelbetten.

(2) Die Verflechtung des Veloverkehrsaufkommens erfolgt – analog zur Erzeugung des Aufkommens – getrennt nach Reisearten.

2.2.1 Matrixerzeugung

(1) Grundlage der Matrixerzeugung ist eine Gravitationsformel, die die Attraktivitäten der einzelnen Verkehrszellen zueinander in Beziehung setzt. Als Anziehungskräfte für zwei Zellen werden deren Einwohnerzahlen (für Tagesreisen) bzw. Hotelbetten (für Mehrtagesreisen) herangezogen.

(2) Die Attraktivitäten bzw. Gravitationskräfte werden durch die Entfernungen der Zellen zueinander bestimmt. Diese Entfernungen werden dem Netzmodell entnommen und basieren auf den Routen der Stiftung Veloland. Die Entfernungen werden über die – die einzelnen Strecken beschreibenden – Kenngrössen (Fahrsituation, Oberfläche, Steigung, Geschwindigkeit) als Exponenten in der Gravitationsformel gewichtet. Zellen, die weiter auseinander entfernt liegen als eine durch die Reiseart definierte Obergrenze, werden nicht berücksichtigt. Zugrunde gelegt werden hierfür die Erkenntnisse aus der Befragung über die zurückgelegten Entfernungen in den jeweiligen Reisearten. Für jede Reiseart werden Obergrenzen festgelegt; diese ist bei Tagesreisen kürzer als bei Kurz- oder Ferienreisen.²

² Da bei den Kurzinterviews Start- und Zielort einer Mehrtagesreise erfasst wurden, sind hier die Tourdistanzen einzusetzen. Das Aufkommen muss jedoch nicht durch die Tourdauer dividiert werden, da die Zählraten bereits tagesbezogen sind (einzige Ausnahme wäre der – recht unwahrscheinliche – Fall einer Doppelerfassung einer Mehrtagestour an zwei oder mehr Zähltagen).

(3) Anschliessend kann für jede Verkehrszelle ermittelt werden, wie sich das Quellverkehrsaufkommen auf die anderen Zellen aufteilt. Das berechnete Quellverkehrsaufkommen wird über die Anteile der Gravitationskräfte auf die Ziele verteilt. Die Aufteilung der Gravitation kann im ersten Schritt nur einseitig bestimmt sein. Um die dadurch entstehenden Differenzen zu den vorgegebenen Quell- bzw. Zielverkehren zu minimieren, werden die Anteile in mehreren Iterationsschritten auf die einzelnen Verbindungen aufgeteilt – möglichst bis zu einer Abweichung unterhalb von 5 %.

(5) Bei der Berechnung wird vorgegeben, dass die an den Zähltagen tatsächlich erhobenen Fahrten zwischen den einzelnen Zellen nicht unterschritten werden dürfen.

2.2.2 Umrechnung in eine durchschnittliche tägliche Verkehrsmenge

(1) Das wie oben beschrieben erzeugte Aufkommen und dessen Verflechtung basiert auf der durchschnittlichen Fahrtenmenge über alle vier Zähltage. Nachdem dieses Mengengerüst – wie im nachfolgenden Kapitel 2.3 beschrieben – auf das Netzmodell umgelegt und kalibriert wurde, ist es zur Ermittlung einer für das Jahr typischen Fahrtenanzahl in die durchschnittliche tägliche Verkehrsmenge (DTV) umzurechnen. Die Korrekturfaktoren zur Ermittlung des DTV können anhand der automatischen Zählstationen gewonnen werden: Die an den automatischen Zählstationen gezählten Werte werden mit den Beobachtungen an den Erhebungstagen verglichen. So kann das berechnete Grundmengengerüst um den entsprechenden Faktor korrigiert werden.

(2) Zur Bestimmung von DTV-Werten müssen Auf- und Abschlagsfaktoren für folgende Umstände gefunden werden:

- die Befragung fand zwischen 10 und 17 Uhr statt:
⇒ *Aufschlagsfaktor zur Berücksichtigung der Randstunden*

Um auch die Randstunden abbilden zu können, ist ein Aufschlagsfaktor ermittelt worden. In Kreuzlingen beträgt dieser Faktor 1.4 – da an der Zählstelle Kreuzlingen die verlässlichsten Daten im Jahresverlauf 2004 gewonnen werden konnten, werden jeweils die an dieser Zählstelle gewonnen Kenntnisse verwendet. Unter Berücksichtigung der Annahme, dass in Kreuzlingen – u.a. wegen der Nähe zu den Wohnorten – in den Randstunden ein höheres Aufkommen zu verzeichnen ist als an mehr

peripher gelegenen Gebieten, wird dieser Faktor auf 1.2 herabgesetzt.

- die Befragung fand an vier Tagen im Sommer und im Herbst statt; im Jahresverlauf gibt es allerdings saisonale Schwankungen im Velo-Aufkommen:
⇒ *Abschlagsfaktor zur Berücksichtigung der Jahresschwankungen*

An der automatischen Zählstation Kreuzlingen wurden im Durchschnitt über alle vier Zähltag ca. 1'450 Fahrten registriert. Über alle durch die Station erfassten Tage des 2. Halbjahrs 2004 wurde eine durchschnittliche tägliche Verkehrsmenge von ca. 940 Fahrten ermittelt. Die Abweichung beider Werte zueinander ergibt einen Abschlagsfaktor von 0.65.

- Der Binnenverkehr – d. h. Fahrten, deren Start, Zwischenstopps und Ziele in der gleichen Verkehrszelle liegen – wird in der Ermittlung des Aufkommens aufgrund der Aggregation der Quell- und Zielpunkte in 179 Verkehrszellen nicht berücksichtigt.
⇒ *Aufschlagsfaktor zur Berücksichtigung des Binnenverkehrs*

Diese Binnenverkehre können wegen der – technisch notwendigen – Aggregation auf die 179 Verkehrszellen nicht mehr im Grundmengengerüst aufscheinen. Die Auswertung der Befragung hat ergeben, dass der Binnenverkehr im Veloverkehr auf den nationalen Velorouten 15 % nicht überschreitet, die ermittelte Tagesbelastung ist also noch durch 0.85 zu dividieren. Zur Ermittlung des dann tatsächlichen täglichen Aufkommens werden die Binnenverkehre nachträglich auf das Ergebnis aufgeschlagen.

(3) Das Grundmengengerüst, das zur Ermittlung der durchschnittlichen täglichen Netzbelastung herangezogen wird, kann nun für weitere Hochrechnungen – wie zur Ermittlung von Jahresumsatz oder -fahrleistung – verwendet werden.

(4) Neben dem Aufkommen, das den DTV abbildet und das zur weiteren Ermittlung der Jahreskennwerte herangezogen werden soll, wird das Aufkommen für einen Wochenendtag in der Hochsaison und einen Werktag in der Nebensaison ermittelt. Das Aufkommen eines Sonntags im Sommer wird über ein gewichtetes Mittel an Sonntagen im Juli und im August hergeleitet; der Aufschlagsfaktor auf den DTV-Wert beträgt 1.8. Zur Abbildung eines typischen

Wochentages im Herbst werden Wochentage (Montag bis Freitag) im Oktober herangezogen; der Faktor auf den DTV-Wert beträgt 0.4.

2.3 Netzmodellierung, Umlegung und Kalibration

(1) Zur Ermittlung der Jahreskennwerte (Fahrleistung, Umsatz etc.) würde bereits das oben ermittelte durchschnittliche Aufkommen genügen. Wir gehen jedoch noch einen Schritt weiter und legen das Mengengerüst auf ein Netzwerkmodell der Veloland-Routen um. Dadurch kann (und muss) das Verkehrsmodell kalibriert werden. Quasi als Nebenprodukt fällt die Routen- bzw. noch viel detailliertere Streckenbelastung ab, die in typischen Belastungsplots betrachtet werden kann.

(2) Die Umlegung der Mengengerüste erfolgt mit einer fachspezifischen Computer-Applikation, die u.a. in der Lage ist, Verkehrsströme zu simulieren.³

2.3.1 Netzmodellierung

(1) Die neun nationalen Velorouten werden anhand von Velokarten der Stiftung Veloland digitalisiert. Im Vorfeld werden Streckentypen definiert. Diese orientieren sich zunächst an der Streckentypisierung der Stiftung Veloland (Radweg und Strasse mit Hartbelag, gefährliche Strasse, Naturstrasse) und differenzieren zwischen Oberflächenbeschaffenheiten, Lage und Steigungen der Strecken.

(2) In einem weiteren Arbeitsschritt werden den einzelnen Streckentypen unterschiedliche Geschwindigkeiten zugeordnet (vgl. Tabelle 1). Diese Geschwindigkeiten haben einen Einfluss auf die Routenwahl in der Umlegung: Führen bspw. zwei Routen mit gleicher Länge zu einem Ziel, fällt die Routenwahl auf die schnellere Strecke. Auch die Attraktivitäten zwischen den einzel-

³ VISUM (Planungssoftware zur Analyse und Planung von Verkehrsnetzen) von der Firma PTV AG Karlsruhe, Version 7.5

nen Zellen (gemessen in Entfernung zwischen den Zellen) wird durch die Geschwindigkeit auf den einzelnen Streckenabschnitten beeinflusst.

Tabelle 1: Typisierung der Veloland-Strecken

| Nr. | Name | Steigung | km/h |
|-----|-----------------------------|-------------------------|------|
| 11 | Radweg + Strasse, Hartbelag | keine Höhendifferenz | 15 |
| 12 | Radweg + Strasse, Hartbelag | geringe Höhendifferenz | 14 |
| 13 | Radweg + Strasse, Hartbelag | mittlere Höhendifferenz | 12 |
| 14 | Radweg + Strasse, Hartbelag | starke Höhendifferenz | 7 |
| 15 | Radweg + Strasse, Hartbelag | bergab | 17 |
| 21 | gefährliche Strasse | keine Höhendifferenz | 13 |
| 22 | gefährliche Strasse | geringe Höhendifferenz | 12 |
| 23 | gefährliche Strasse | mittlere Höhendifferenz | 10 |
| 24 | gefährliche Strasse | starke Höhendifferenz | 7 |
| 25 | gefährliche Strasse | bergab | 13 |
| 31 | Naturstrasse | keine Höhendifferenz | 13 |
| 32 | Naturstrasse | geringe Höhendifferenz | 12 |
| 33 | Naturstrasse | mittlere Höhendifferenz | 10 |
| 34 | Naturstrasse | starke Höhendifferenz | 7 |
| 35 | Naturstrasse | bergab | 13 |

(3) Insgesamt besteht das Netzmodell aus ca. 1'150 Strecken. Streckenabschnitte werden u. a. eingefügt bei Steigungswechsel, Änderung der Oberflächenbeschaffenheit oder Abzweigungen. Die Strecken sind durch Knoten verbunden (vgl. Abbildung 1).

2.3.2 Anbindungen

(1) Das Verkehrsaufkommen wird für 179 Bezirke (Verkehrszellen) ermittelt. Diese Zellenenteilung setzt sich zusammen aus den 175 Schweizer Bezirken aus der amtlichen Statistik, zwei deutschen Verkehrszellen (angesiedelt am Bodensee bzw. im Raum Basel) und jeweils einer Zelle für Österreich und Italien⁴. Die 179 Zellen sind über ca. 230 Anbindungen mit dem Netz ver-

⁴ Frankreich ist nicht an das Netzmodell angebunden, da hier nach den Ergebnissen der Erhebung im Jahr 2004 keine signifikanten Aufkommen für das Veloland-Netz zu verzeichnen sind.

knüpft. Über diese Anbindungen wird das Verkehrsaufkommen in das Velonetz eingespeist. Die Anzahl der Bezirke entspricht nicht der Anzahl der Anbindungen. Um das Aufkommen möglichst realitätsnah auf das Netz zu verteilen, ist es vor allem bei grossen Verkehrszellen (z.B. Uster, Maloja oder Italien) erforderlich, mehrere Anbindungen zu gebrauchen; das Gleiche gilt auch für Bezirke, die an Kreuzungspunkten des Velonetzes liegen (z.B. Luzern) oder durch die keine Veloroute führt (vgl. Abbildung 2).

2.3.3 Umlegung

(1) Die drei Matrizen (jeweils eine Matrix für Tages-, Kurz- und Ferienreisen) werden zusammen auf das Netzmodell des Veloland-Routennetzes umgelegt. Da die Routenwahl im Veloverkehr nicht unter Berücksichtigung von Kapazitätsbeschränkungen erfolgt, wird hier ein Bestweg-Verfahren eingesetzt, zumal das Veloland-Netz sehr grobmaschig ist und dem reinen Quell-Ziel-Verkehr genügen muss. Es kommt ein Sukzessiv-Verfahren mit drei Umlegungsschritten zum Einsatz.

(2) Das Ergebnis sind (richtungsbezogene) Streckenbelastungen, die eine durchschnittliche tägliche Belastung der Veloland-Routen über 365 Tage wiedergeben; allerdings sind hier noch keine Binnenverkehre enthalten (s. Kapitel **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**). Diese Darstellung der durchschnittlichen Tagesmenge ist von eher theoretischer Natur, das Umlegungsergebnis lässt sich für den Betrachter wahrscheinlich besser anhand typischer Tagesbelastungen bewerten, bspw. für einen Wochenendtag in der Hochsaison oder einen Werktag in der Nebensaison. Hierfür wurden die entsprechenden Verkehrsmengen ermittelt und ebenfalls auf das Netzmodell umgelegt.

2.3.4 Kalibration

(1) Die Kalibration des Modells erfolgt anhand des Vergleichs der Modellergebnisse an den Querschnitten, für die Zählstellen vorhanden sind. Dies sind die 16 Zählstellen aus den Befragungen in 2004. Zum Vergleich zwischen Modell- und Zählbelastungen werden erstens die Anteile der Zählstellen untereinander verglichen, so dass die Güte der Verteilung des Aufkommens auf das Netz bewertet werden kann. Zweitens zeigt der Vergleich der Mengen die

Über- oder Unterschätzung der Matrizen. Allfällige Korrekturen können vorgenommen werden. Diese Arbeiten erfolgen iterativ bis zur bestmöglichen Annäherung an die Zählraten.

(2) Um die Modell- und Erhebungsergebnisse miteinander vergleichen zu können, werden für die Kalibration nur die direkt aus der Erhebung stammenden Mengengerüste verwendet. Zur Umlegung der Tagesdurchschnitte bzw. typischer Tageswerte werden die Mengengerüste mit entsprechenden Faktoren korrigiert (s. Kapitel 2.2.2).

(3) Die Verteilung des Veloverkehrsaufkommens stimmt mit den Zählbelastungen sehr gut überein. Zur Korrektur des in die Umlegung eingegangenen – rein synthetisch erzeugten und in einigen Zellbeziehungen an den Mindestmengen orientierten – Mengengerüsts ergibt sich durch den Vergleich mit den Zählraten ein Kalibrierungsfaktor von 0.83.

3 Ergebnisse

(1) Nachfolgend werden die mit Hilfe des Modells zur Ermittlung des Aufkommens an Velofahrten auf dem Veloland-Netz erzielten Ergebnisse dargestellt. Dazu gehören:

- die durchschnittlichen täglichen Verkehrsmengen
- die Jahreskennwerte (Fahrleistungen, Umsätze und Logiernächte)
- Belastungen der einzelnen Veloland-Routen

(2) Sämtliche Ergebnisse sind unter einer wichtigen Prämisse zu bewerten: Da die berichteten Wege aufgrund des engmaschigen Schweizer Gesamt-Velonetzes unter hoher Wahrscheinlichkeit nicht ausschliesslich auf den Routen der Stiftung Veloland erfahren wurden, stellen die Kennwerte in allen Kategorien eine obere Grenze dar.

3.1 Durchschnittliche tägliche Verkehrsmenge

(1) Die Menge des durchschnittlichen täglichen Verkehrs auf dem gesamten Velonetz entspricht insgesamt 13'550 Velo-Fahrten. Davon entfallen 11'818 Fahrten auf Tagesreisen, 679 Fahrten auf Kurzreisen und 1'363 Fahrten auf Ferienreisen.

(2) Für einen typischen Wochenendtag in der Hochsaison lassen sich auf Basis der Daten aus 2004 ca. 24'950 Fahrten ermitteln, davon entfallen allein ca. 21'300 Fahrten auf Tagestouren. Die Netzbelastung an einem Werktag in der Nebensaison fällt mit ca. 5'500 Fahrten um das vierfache geringer aus als an Spitzentagen in der Hochsaison.

3.2 Jahreskennwerte

(1) Aus der Multiplikation des Mengengerüsts mit den Ergebnissen der Gästebefragung ergeben sich Kennwerte, die zur weiteren Bewertung der Routen der Stiftung Veloland von Bedeutung sind. Grundlage sind die jährlichen Tages-, Kurz- und Ferienreisen.

Tabelle 2: Jährliche Anzahl an Reisen im Veloland-Netz 2004

| | Tagesreisen | Kurzreisen | Ferienreisen | alle |
|-------------|-------------|------------|--------------|-----------|
| Velo-Reisen | 4'313'441 | 103'131 | 69'070 | 4'485'643 |

(2) Zur Ermittlung der **Jahresfahrleistung** werden die durchschnittlichen Tagesdistanzen der einzelnen Reisekategorien mit den entsprechenden Fahrtenanzahlen aus dem Mengengerüst multipliziert. Insgesamt ergeben sich für das Jahr 2004 über alle Reisearten 233.4 Mio. Velo-Kilometer. Verglichen mit den 2'200 Mio. Velo-Kilometer aus 1996 (GVF: Grundlagen zum leichten Zweiradverkehr, Nr. 288, 1997) entspricht dies einem Anteil von 10 % an der gesamten Schweizer Veloverkehrsleistung. Im überschlägigen Vergleich der Netzlänge des Veloland-Netzes (ca. 3'000 km) mit der Netzlänge des Strassennetzes (ca. 70'000 km), ergibt sich mit 5 % ein darunter liegendes Verhältnis. Es ist bei diesem Vergleich jedoch zu beachten, dass die Etappen-Distanzen auf dem Veloland-Netz tendenziell höher als der Schweizer Durchschnittswert sein dürften. Hinzu kommt, dass längst nicht bei allen im Mengengerüst aufscheinenden Fahrten Start- und Zielort am Veloland-Netz liegen dürften, sondern ein Teil der Tagesdistanzen auf regionalen Routen oder anderen Wegstrecken zurückgelegt werden.

Tabelle 3: Jahresfahrleistung im Veloland-Netz 2004 in Mio. Velo-Kilometer

| | Tagesreisen | Kurzreisen | Ferienreisen | alle |
|--------------------|-------------|------------|--------------|-------|
| Jahresfahrleistung | 195.0 | 13.3 | 25.1 | 233.4 |

(3) Die mit diesen Fahrten verbundenen **Jahresumsätze** werden durch die Multiplikation der Tagesmengen mit den durchschnittlichen Ausgabesätzen pro Person und Tag verrechnet. Daraus ergibt sich ein Jahresumsatz von insgesamt 128.8 Mio CHF. Über die Hälfte davon werden für die Verpflegung ausgegeben, ein Viertel des Jahresumsatzes entspricht den mit einer Übernachtung verbundenen Aufwendungen.

Tabelle 4: Jahresumsätze im Veloland-Netz 2004 in Mio. CHF

| | Tagesreisen | Kurzreisen | Ferienreisen | alle |
|-------------------|-------------|------------|--------------|-------|
| Essen und Trinken | 42.9 | 7.3 | 18.9 | 69.0 |
| Transport | 11.7 | 2.0 | 8.4 | 22.0 |
| Übernachtung | – | 7.5 | 23.2 | 30.7 |
| anderes | 2.3 | 0.9 | 3.8 | 7.1 |
| alle | 56.8 | 17.7 | 54.3 | 128.8 |

(4) Unter Berücksichtigung der durchschnittlichen Tourdauern und der Anteile der Übernachtungsarten können die **Logiernächte** ermittelt werden. Beinahe die Hälfte der in 2004 insgesamt über eine halbe Million Übernachtungen von Velofahrenden, die das Netz der Stiftung Veloland genutzt haben, wurden in Hotels verbracht. An zweiter und dritter Stelle folgen die Übernachtungen in Jugendherbergen und auf Campingplätzen.

Tabelle 5: Logiernächte im Veloland-Netz 2004

| | Tagesreisen | Kurzreisen | Ferienreisen | alle |
|--------------------|-------------|------------|--------------|---------|
| Hotel | – | 108'332 | 160'117 | 268'449 |
| Camping | – | 7'297 | 67'906 | 75'203 |
| Jugendherberge | – | 7'749 | 69'257 | 77'007 |
| Bauernhof | – | 9'031 | 39'649 | 48'680 |
| Bed & Breakfast | – | 1'119 | 36'544 | 37'663 |
| Bekannte/Verwandte | – | 9'191 | 15'551 | 24'742 |
| andere | – | 2'107 | 40'072 | 42'179 |
| alle | – | 144'827 | 429'095 | 573'922 |

3.3 Umlegung und Netzbelastung

(1) Aus der Umlegung der Mengengerüste auf das Netzmodell der Routen der Stiftung Veloland resultieren die durchschnittlichen täglichen Streckenbelastungen. Sie sind in den Abbildungen 3 bis 6, zunächst getrennt nach Reisearten und abschliessend als Gesamtbelastung, dargestellt. Als wichtigste Ergebnisse lassen sich zusammenfassen:

- Die unterschiedliche Stärke in den Belastungen der Fahrrichtungen (ungleichmässige Belastungen von verschiedenen Strecken) scheint die Wirklichkeit gut abzubilden (zumindest im Vergleich mit den verfügbaren Zählwerten).
- Die Verteilung der Belastung (Schwerpunkte in der Deutschschweiz/ Nordwesten bis Nordosten) erscheint plausibel.
- Nach unserer Einschätzung (und dem Vergleich mit den regionalen Ergebnissen des Mikrozensus 2000) scheint die weniger starke Belastung im südwestlichen Bereich (Romandie), ausgenommen die Region um den Genfer See, ebenfalls plausibel.
- Die Kalibration hat gezeigt, dass die gewichteten Zählwerte (an den Zähltagen) auf den 16 Zählquerschnitten gut getroffen werden und das Modell somit plausible Ergebnisse abliefern.

4 Ausblick und Empfehlungen

(1) Die vorliegenden Ergebnisse wurden innerhalb eines vorgegebenen zeitlichen und finanziellen Rahmens erstellt, der verständlicherweise Optimierungsbedarf offen lässt. Für zukünftige Arbeiten im Rahmen von Zählungen und Erhebungen auf den Routen der Stiftung Veloland wären aus unserer Sicht und basierend auf den Erkenntnissen der abgeschlossenen Arbeiten folgende Gedanken zu berücksichtigen:

- Die Fragen zur Gästebefragung sind routenunabhängig zu erheben, indem sie Bestandteil von einschlägigen Haushaltsbefragungen werden. Dadurch würden sich gesicherte Kennwerte zum Fahrtenpotenzial für das Veloland-Netz ergeben.
- Es sollte bei den Befragungen zusätzlich erfasst werden, welchen Anteil der gesamten Tagesdistanzen auf den Routen der Stiftung Veloland und welche Distanzen auf anderen Strecken zurückgelegt werden.
- Der Einbezug von regionalen Routen könnte die Thematik der Erfassung von Nicht-Veloland-Strecken verbessern und noch realitätsgetreuere Belastungsdarstellungen erzeugen.

Abbildung 1: Veloland Schweiz - Nationales Velonetz

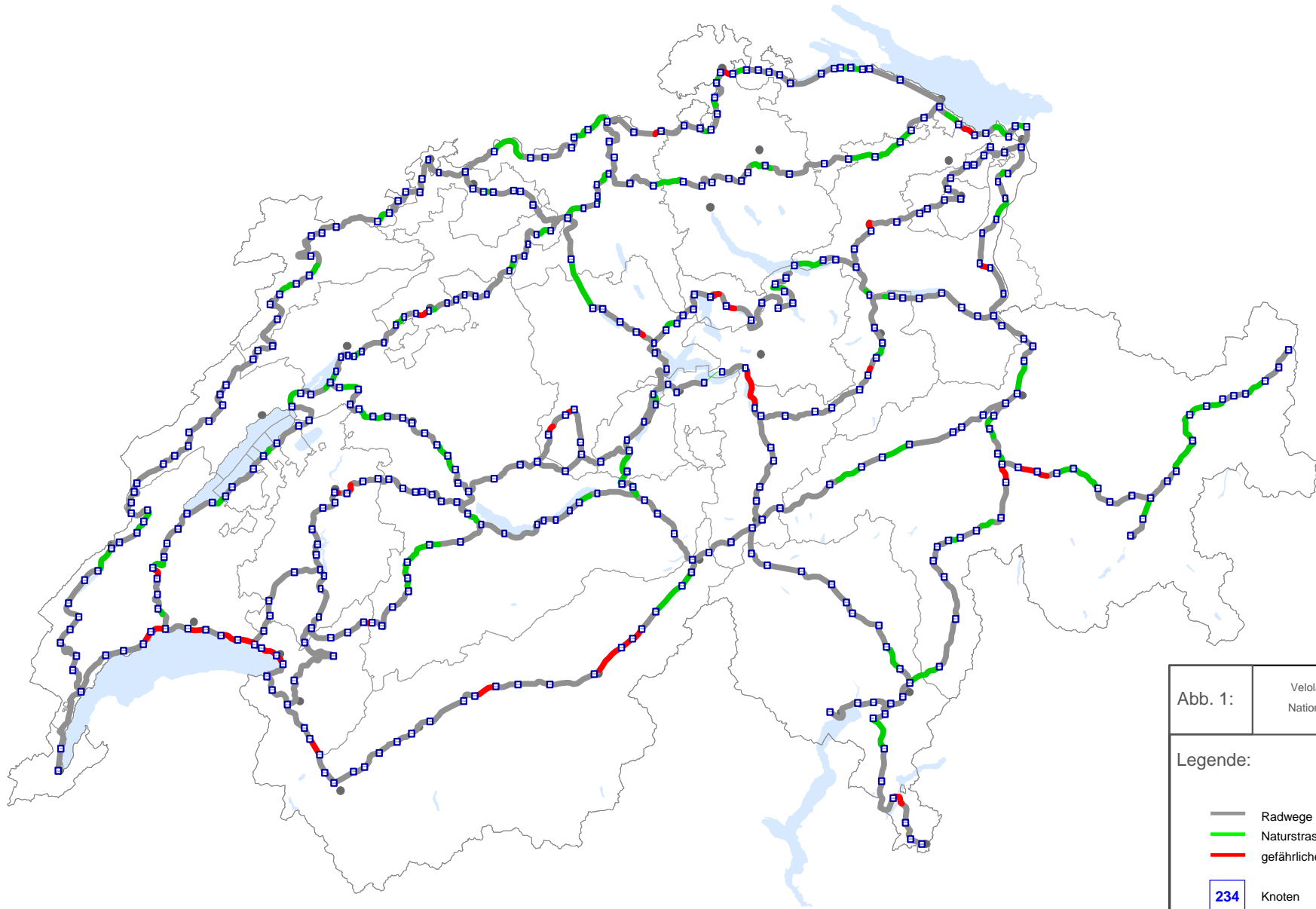


Abb. 1:

Veloland Schweiz -
Nationales Velonetz

Legende:





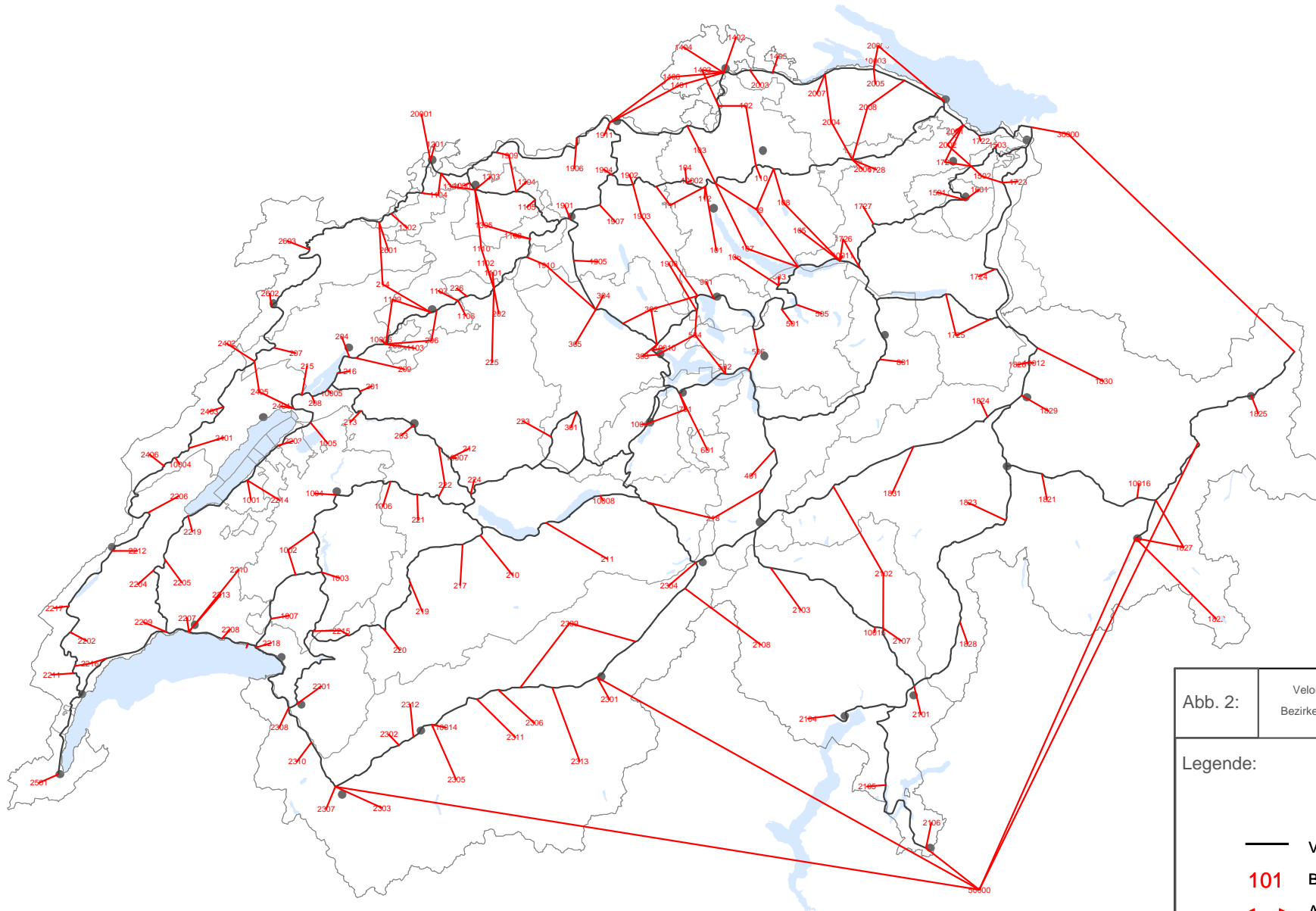
-  Radwege + Strassen, Hartbelag
-  Naturstrassen
-  gefährliche Strassen
-  234 Knoten

Abbildung 2: Veloland Schweiz - Bezirke und Anbindungen





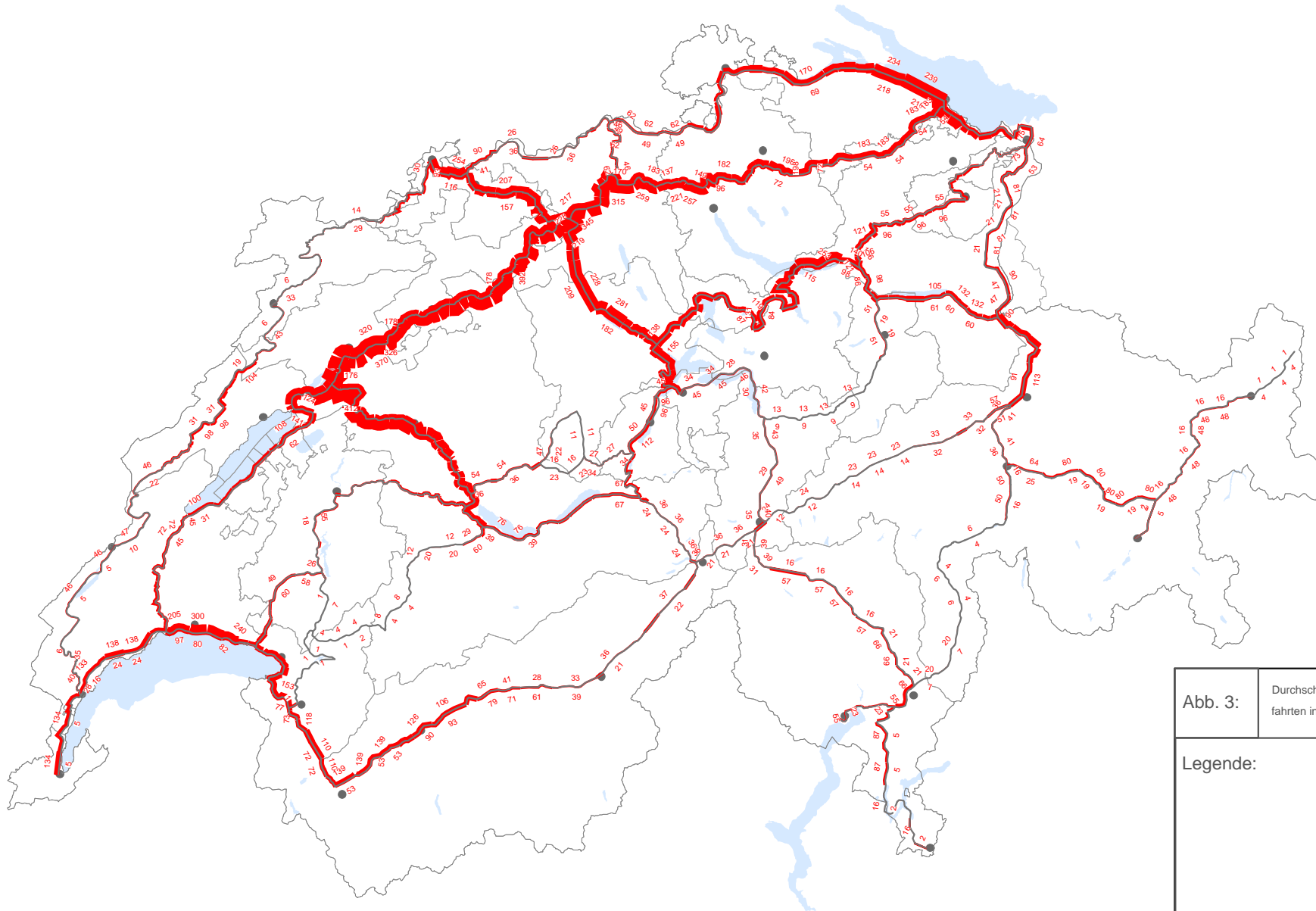
| | |
|---|---|
| Abb. 2: | Veloland Schweiz - Bezirke und Anbindungen |
| Legende: | |
|  | Velonetz |
| 101 | Bezirke |
|  | Anbindungen |

Abbildung 3: Durchschnittliche tägliche Velofahrten in 24h - Tagesreisen



| | |
|----------|---|
| Abb. 3: | Durchschnittliche tägliche Velofahrten in 24h - Tagesreisen |
| Legende: | |
| | 250 |
| | 500 |
| | 750 |
| | 1'000 |
| | 1'250 |
| | >1'500 |

Abbildung 4: Durchschnittliche tägliche Velofahrten in 24h - Kurzreisen



Abb. 4: Durchschnittliche tägliche Velofahrten in 24h - Kurzreisen

Legende:

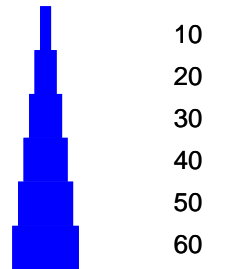


Abbildung 5: Durchschnittliche tägliche Velofahrten in 24h - Ferienreisen

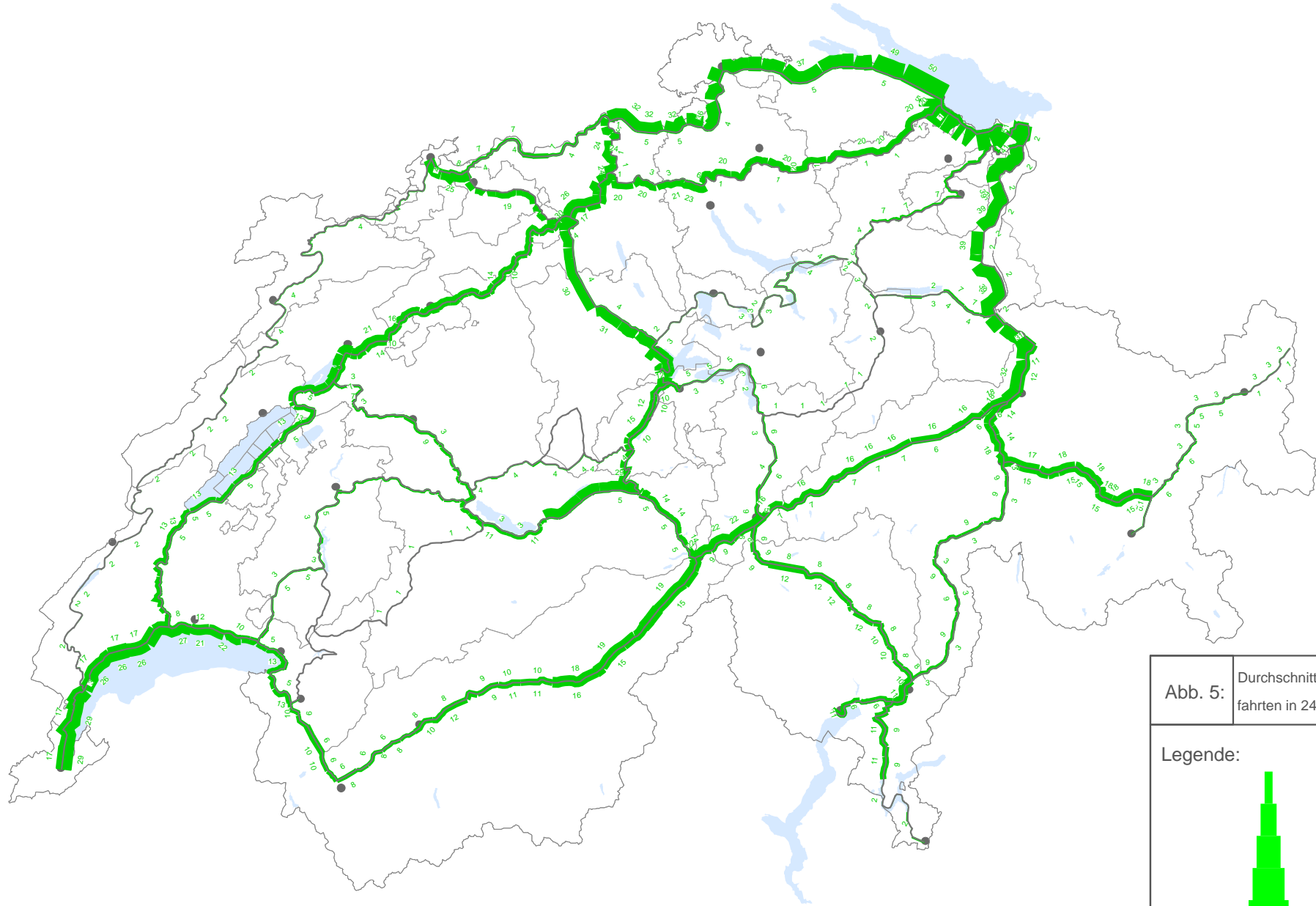


Abb. 5: Durchschnittliche tägliche Velofahrten in 24h - Ferienreisen

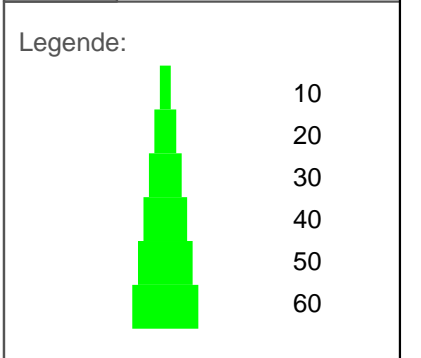


Abbildung 6: Durchschnittliche tägliche Velofahrten in 24h - alle Reisearten

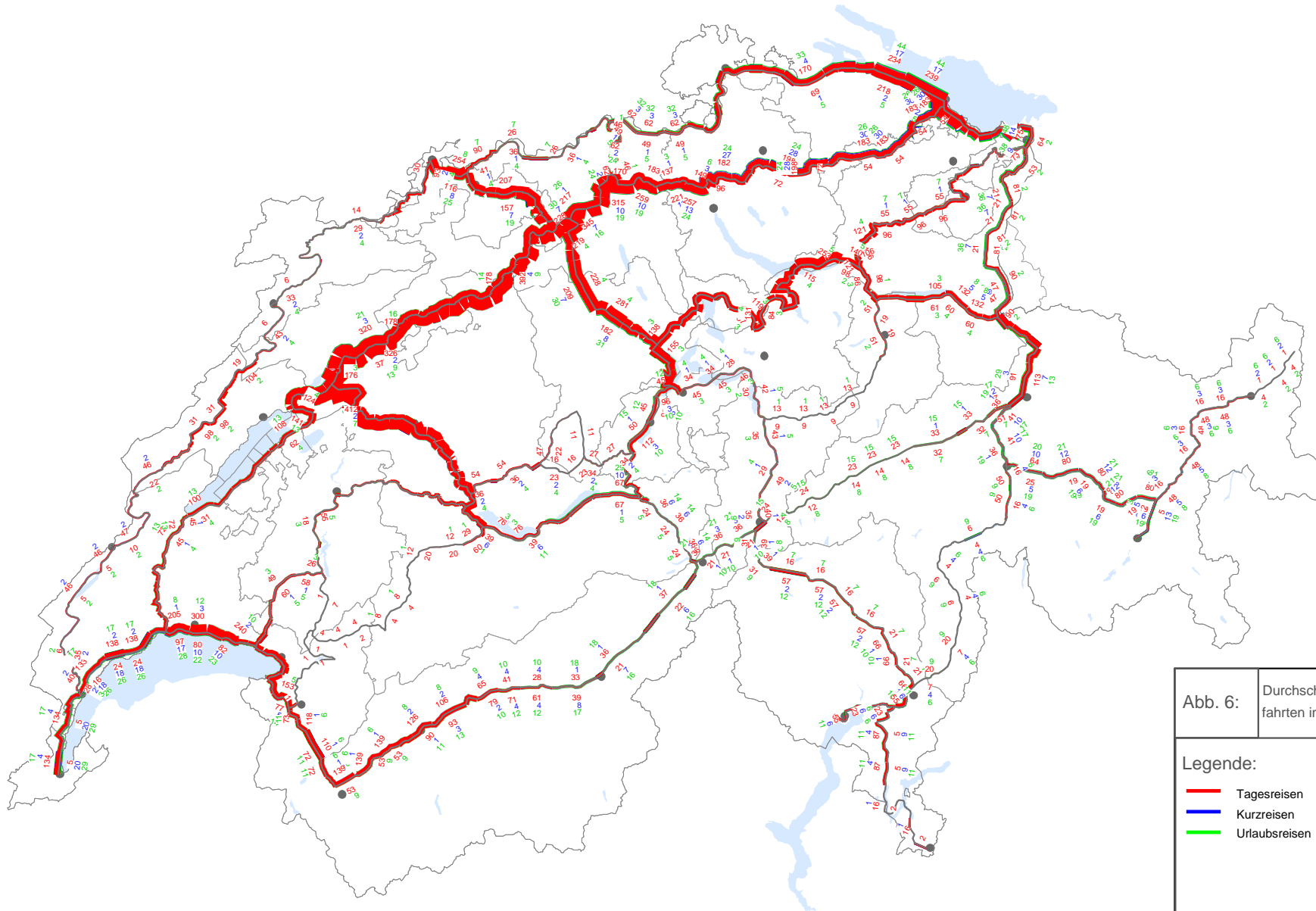


Abb. 6: Durchschnittliche tägliche Velofahrten in 24h - alle Reisearten

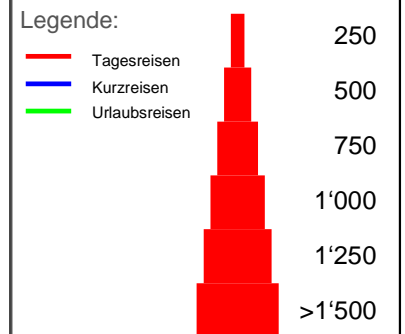


Abbildung 7: Velofahrten in 24h am Wochenende in der Hauptsaison - alle Reisearten

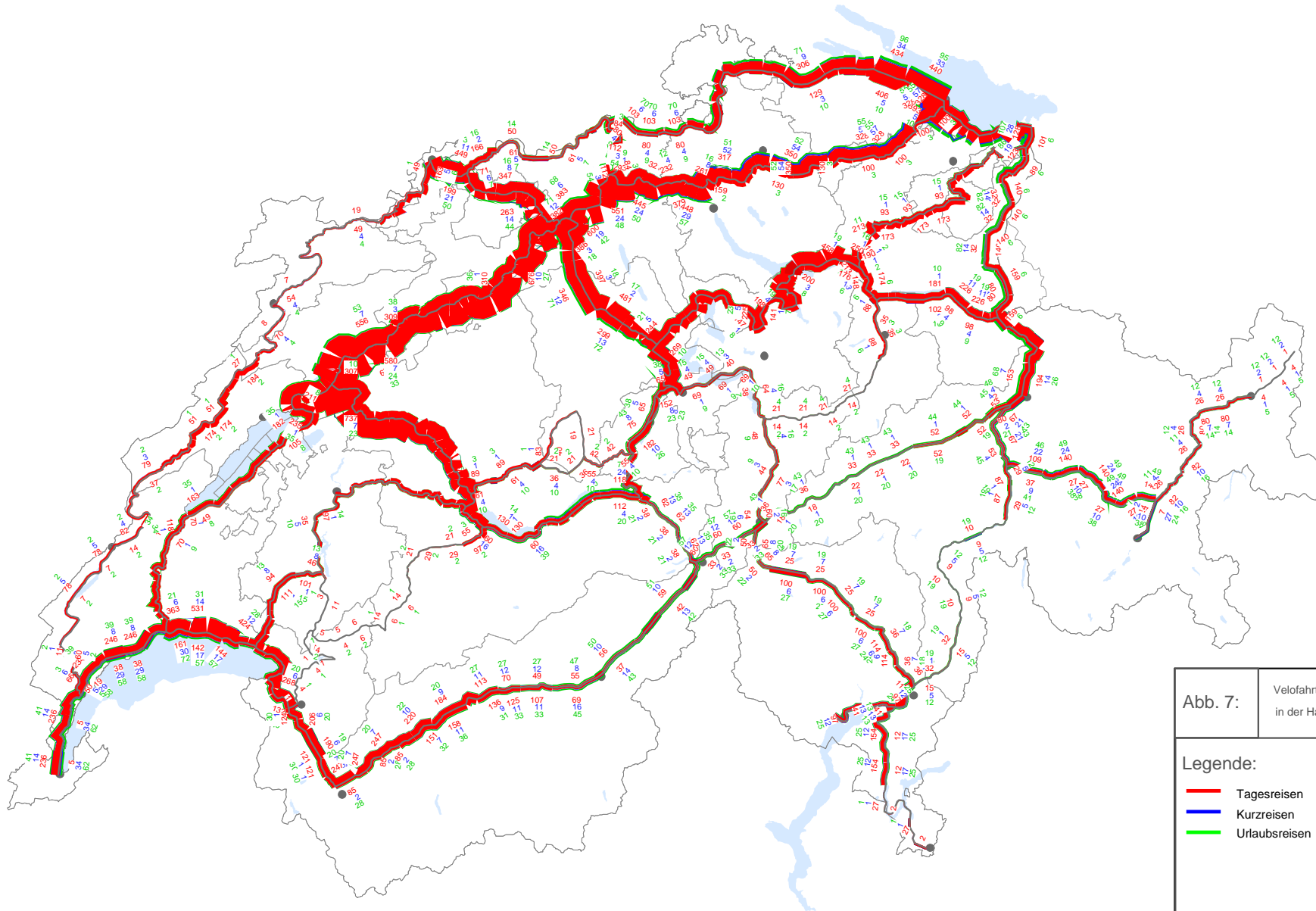


Abb. 7: Velofahrten in 24h am Wochenende in der Hauptsaison - alle Reisearten

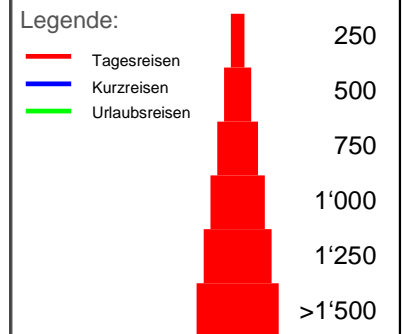
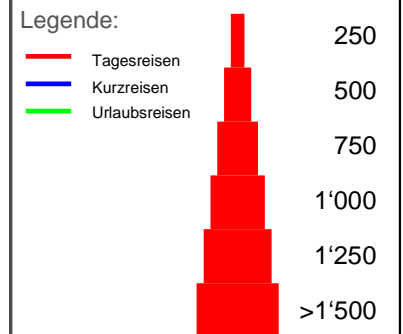


Abbildung 8: Velofahrten in 24h am Werktag in der Nebensaison - alle Reisearten



Abb. 8: Velofahrten in 24h am Werktag in der Nebensaison - alle Reisearten



ProgTrans AG Basel

prog*trans*

Prognosen und Strategieberatung
für Transport und Verkehr

Gerbergasse 4
CH-4001 Basel
Telefon +41 61 560 35 00
Fax +41 61 560 35 01
E-mail info@progtrans.com
www.progtrans.com

Veloland Schweiz
Zählung und Befragung 2004 – Modellierung Netzbelastung

Lutz Ickert

Stefan Rommerskirchen
Emely Weyand

Basel, 03.06.2005

Auftraggeber:

Stiftung Veloland Schweiz, Bern

PT 028
© 2005 ProgTrans AG