

Peter Moser
Statistisches Amt des Kantons Zürich

Die Abstimmungshochrechnung des Statistischen Amtes: Methodische Grundlagen

Zusammenfassung

Das Statistische Amt des Kantons Zürich publiziert an den Abstimmungswochenenden in der Regel um 12 Uhr eine erste Hochrechnung des kantonalen Gesamtergebnisses. Die zu diesem Zeitpunkt vorliegenden Gemeinderesultate bilden die Datenbasis für eine Schätzung der Resultate im noch unausgezählten Rest des Kantons. Dieser Schätzung liegt ein statistisches Modell zugrunde, welches eine systematische Nutzung von Informationen über das Abstimmungsverhalten der Stimmbürger in der Vergangenheit erlaubt. Eine Evaluation des Verfahrens anhand der Abstimmungen der letzten Jahre zeigt, dass das Endresultat in der Mehrzahl der Fälle bereits um 12 Uhr mittags sehr genau prognostiziert werden konnte.

[english abstract](#)

[page 6](#)



Die Datengrundlage der Hochrechnung: Erste Gemeinderesultate

Je nachdem, wie viele Vorlagen auszuzählen sind und wie hoch die Stimmbeteiligung ist, haben bis um zwölf Uhr Mittags etwa 40 bis 60 Gemeinden, welche ihre Urnen früh schliessen, ihre Resultate bereits an das Statistische Amt gemeldet. Um zwölf Uhr sind jeweils etwa 35 Prozent der Gemeinden ausgezählt, in der Regel aber kaum ein Fünftel der Stimmen - in kleineren Gemeinden werden die Urnen meist früher geschlossen als in grossen und es gibt auch nicht soviel zu zählen.

Von 65 Prozent der Gemeinden und etwa 80 Prozent der Abstimmenden fehlen also die Resultate. Das mit statistischen Mitteln zu lösende Problem der Hochrechnung besteht darin, auf der Grundlage der vorliegenden Information einen Wert für den Ja-Stimmenanteil im gesamten Kanton hochzurechnen, indem man die Ja-Stimmenanteile in den noch fehlenden Gemeinden schätzt. Das Kantonsresultat ergibt sich im Prinzip aus dem Anteil der Ja-Stimmen am Total der gültigen Stimmen: Es kann aber auch aufgrund der Ja-Stimmenanteile in den Gemeinden ermittelt werden, und zwar als deren Mittelwert gewichtet mit der Anzahl der gültigen eingegangenen Stimmzettel.

Der Durchschnitt als Messlatte

Wie geht man dabei vor? Eine sehr einfache Möglichkeit besteht darin, den gewichteten Durchschnitt der bereits bekannten Gemeinderesultate zu verwenden - oder mit anderen Worten anzunehmen, dass das vorliegende Resultat, bzw. der Ja-Stimmenanteil im bereits ausgezählten Gebiet demjenigen in den übrigen Gemeinden und damit auch dem gesamtkantonalen entspricht.

Leider führt diese Methode nur dann zu akzeptablen Resultaten, wenn die früh vorhandenen Gemeinderesultate repräsentativ für den Kanton sind: Sei es, weil sie eine Stichprobe darstellen, die repräsentativ für den Kanton ist, sei es, weil sich die Gemeinderesultate bei einer wenig polarisierenden Vorlage zum vorneherein kaum voneinander unterscheiden. Beides ist oft nicht der Fall. Die politische Haltung der Stimmenden in den Landgemeinden unterscheidet sich erheblich von jener der Städte, und wenn es auch bisweilen Vorlagen gibt, die politisch wenig polarisieren, so ist dies doch nicht der Regelfall. Vor allem gilt dies für die eidgenössischen Abstimmungsvorlagen, bei denen die monatelange Präsenz in den Massenmedien und die politisch brisante Thematik meist eine klare Polarisierung der Stimmberechtigten zur Folge haben.

Fazit: Diese einfache Methode führt zu einem Resultat, das in den meisten Fällen ganz erheblich daneben liegt (wie auch aus den Grafiken 2 und 3 ersichtlich ist). Brauchbar ist sie aber als Messlatte für andere Methoden

der Hochrechnung. Eine methodisch raffiniertere Hochrechnung, deren Fehler bzw. Abweichung gegenüber dem tatsächlichen Endresultat meist nicht besser oder sogar schlechter ist als dieser simple Mittelwert, kann man sich auch sparen.

Nutzung von Wissen über das Abstimmungsverhalten in der Vergangenheit

Der Ja-Stimmenanteil im ausgezählten Kantonsgebiet lässt sich ermitteln, ohne dass zusätzliche Information vonnöten wäre: Man nimmt einfach die vorhandenen Gemeindeergebnisse und verrechnet sie, wie oben beschrieben, miteinander.

In jeder Zürcher Gemeinde wird aber jedes Jahr über etwa 15 bis 20 eidgenössische und kantonale Vorlagen abgestimmt; zudem finden alle vier Jahre Wahlen statt. Es ist also eine Fülle von Information über die politische Haltung der Stimmbürger jeder einzelnen Gemeinde in der Vergangenheit vorhanden, und dieses Wissen kann genutzt werden. An diesem Punkt kommt die Statistik ins Spiel: Sie erlaubt es nämlich, dieses Vorwissen auf systematische - und damit automatisierbare - Weise zur Verbesserung der Prognose gegenüber diesem gleichsam „uninformierten“ ahistorischen Mittelwert einzubeziehen und zu verwerten.

Die politische Geographie des Kantons Zürich ist beschrieben in [statistik.info 11/2001](#): „eine politische Anatomie des Kantons Zürich“. Dort wird gezeigt, dass das Abstimmungsverhalten der Stimmbürger in den einzelnen Gemeinden einem Muster folgt, das im Zeitverlauf erstaunlich stabil ist und dass Stimm- und Wahlverhalten eng miteinander zusammenhängen. Die einzelnen Gemeinden des Kantons lassen sich so in einem zweidimensionalen Koordinatensystem verhältnismässig klar ideologischen Grundpositionen zuordnen, welche für die schweizerische Politlandschaft insgesamt charakteristisch sind. In den Gemeinden der national-konservativen Ecke des Kantons war beispielsweise der Ja-Stimmenanteil für die 18-Prozentinitiative überdurchschnittlich und jener für den UNO-Beitritt unterdurchschnittlich, im links-progressiven Zürich oder Rifferswil war es dagegen genau umgekehrt (siehe die Grafiken 2 und 3 in [statistik.info 11/2001](#)).

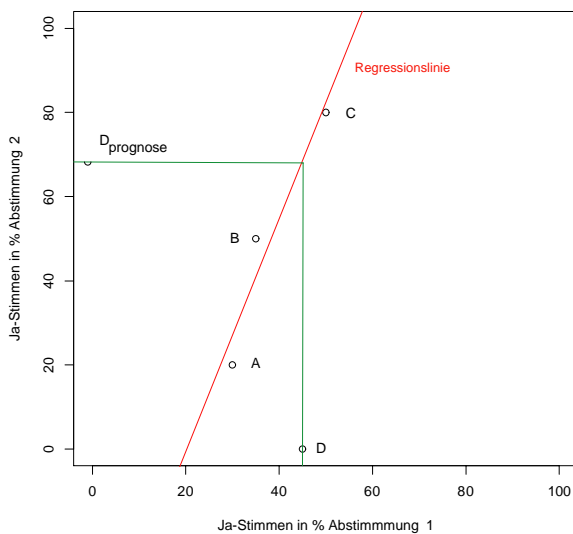
Die Abstimmungsergebnisse der Gemeinden lassen also ein Muster erkennen. Sie sind regelhaft, es bestehen, statistisch gesprochen Zusammenhänge, bzw. Korrelationen. Grafik 2 zeigt, wie man sich die Nutzung derartiger Informationen im Grundsatz vorzustellen hat. Von den Gemeinden A, B und C liegen bereits Resultate vor; zudem sind auch die Ja-Stimmenanteile einer früheren Abstimmung zu einem ähnlichen Thema bekannt - natürlich auch für Gemeinde D, von der das Resultat noch nicht eingegangen ist. Der Zusammenhang zwischen den vor-



handenen Abstimmungsergebnissen wird durch die rote Linie repräsentiert, die sogenannte Regressionsgerade, deren optimale Lage sich errechnen und mathematisch beschreiben lässt.

Mit Hilfe dieser Linie lässt sich nun auch angeben, welches Resultat für Gemeinde D zu erwarten ist - gesetzt

Grafik 1: Die Regressionslinie



der Zusammenhang besteht tatsächlich. Man setzt den Wert von Abstimmung 1 in die Regressionsgleichung ein (oder liest ihn mittels der Regressionsgerade ab). Es spielt dabei keine Rolle, dass die Ja-Stimmenanteile bei Abstimmung 2 generell wesentlich höher liegen als bei 1, und dass die Gemeinderesultate näher beieinanderliegen, die Streuung also nicht so gross ist: das Regressionsverfahren berücksichtigt dies automatisch. Wichtig ist bloss, dass die Resultaten der beiden Abstimmungen miteinander korrelieren.

Auf diesem Grundprinzip beruht auch unsere Hochrechnung. Die Abstimmungsergebnisse der Vergangenheit werden allerdings nicht direkt zur Prognose verwendet, da dies aus statistischen Gründen ungünstig ist.¹ Sie werden mittels eines statistischen Verfahrens, der sogenannten Hauptkomponentenanalyse (principal component analysis)² gleichsam eingedickt. Die Information über das Abstimmungsverhalten der Gemeinden in der Vergangenheit wird dabei auf wenige Komponenten kondensiert - wobei die ersten beiden, und gleichzeitig die wichtigsten, in etwa den beiden Achsen der "politischen Landkarte" in [statistik.info 11/2001](#) entsprechen. Mit diesen Hauptkomponenten als unabhängige Variablen wird ein Reg-

ressionsmodell geschätzt auf dessen Grundlage dann die Gemeinderesultate für den Rest des Kantons prognostiziert werden. Mit der ebenfalls geschätzten Anzahl gültiger Stimmen gewichtet, können sie dann zu einem Kantonsresultat aggregiert werden.³

Zusammen mit der Punktprognose für den gesamtkantonalen Ja-Stimmenanteil wird auch ein sogenanntes Vertrauensintervall angegeben, das indirekt auch einen Anhaltspunkt dafür gibt, wie gut das für die jeweilige Abstimmung errechnete Regressionsmodell passt. Ist es breit, d.h. sind die obere und die untere Grenze von der Punktprognose weit entfernt, so ist die Zuverlässigkeit des Modells geringer als bei einem engen Intervall. In diesem Fall ist davon auszugehen, dass sich die Gemeinderesultate der gegenwärtigen Abstimmung schlecht mit den Vergangenheitsdaten erklären lassen - sei es, weil die Vorlage von ihrem Gegenstand her völlig neu ist, oder weil die Gemeinderesultate vom gewohnten Muster abweichen. Überdeckt das Vertrauensintervall die 50-Prozentmarke deutlich, ist dies ein Hinweis darauf, dass die Abstimmung noch nicht "gelaufen" sein muss.

Das Hochrechnungsverfahren im Test

Wie steht es nun um die Performance dieses Verfahrens, sowohl in absoluten Sinn der Abweichung der Prognose vom Endresultat wie auch im Vergleich mit dem oben erwähnten Mittelwert? Die folgenden auf Simulationsrechnungen⁴ beruhenden Grafiken 2 und 3 zeigen, wie es sich damit in den 38 kantonalen und eidgenössischen Abstimmungen vom April 2001 bis Februar 2003 verhielt.

Grafik 2 zeigt die kumulative Verteilung der Abweichungen vom Endresultat und zwar sowohl für die Hochrechnung (rot) wie für den Mittelwert (schwarz). Die Rechnung wurde durchgeführt mit den ersten 30, 31, 32 ... 60 Gemeinden. In der Grafik sind so die Resultate von 30 Hochrechnungen abgebildet - das Resultat sollte ja nicht von einem zufällig gerade günstigen Gemeindemix abhängen, es sollte im statistischen Sinne „robust“ sein.

Der Vergleich der Verteilungsscharen aus diesen unterschiedlich grossen Stichproben zeigt zum einen klar, dass die Hochrechnung (rot) meist näher beim tatsächlichen Resultat ist, als der Mittelwert (schwarz). Aus Grafik 2 lässt sich etwa entnehmen, dass in etwa 60 Prozent der Fälle bzw. Abstimmungen, die Hochrechnung nicht weiter als 2 Prozentpunkte vom Endresultat entfernt war. Der gewichtete Mittelwert, d. h. das Resultat der bereits ausgezählten Gemeinden, lag dagegen nur in etwa 15 Prozent der Fälle so nahe beim Endresultat. Die Fläche zwischen der roten und der schwarzen Kurvenschar stellt demnach so etwas wie den „Hochrechnungsgewinn“ dar, d.h. die Verbesserung der Prognosequalität, der sich durch das statistische Verfahren erzielen lässt - und das ist ja letztlich nichts anderes als der Gewinn, der sich

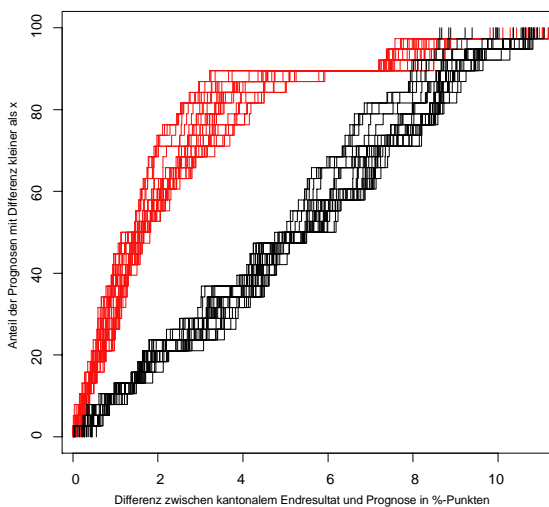


durch die systematische Verwertung von Vergangenheitsinformation über das Stimmverhalten ergibt.

Die Resultate der 45-Gemeinden Hochrechnung - die man meist um etwa 11:45 machen könnte (aber aus obenerwähnten Gründen nicht veröffentlichen darf) - sind in Grafik 3 detailliert dargestellt. Mittelwert und Hochrechnung werden einander dabei gegenübergestellt. Bei 10 Abstimmungen (26%) ist die absolute Abweichung vom Endresultat kleiner als 1 Prozentpunkt, in 59 Prozent kleiner als zwei Prozent. Bei keiner eidgenössischen Abstimmung (grün) ist der Fehler grösser als 4 Prozent. Die überwiegende Zahl der Hochrechnungen war dabei deutlich besser als der Mittelwert: Nur in fünf Fällen - jenen unter der roten Linie - wäre dieser Wert die bessere Schätzung für das Gesamtergebn gewesen. Dabei zu bedenken ist allerdings, dass in vier von diesen Fällen auch die Prognose absolut gesehen noch ganz

Grafik 2: Abweichung vom Endresultat

Hochrechnung mit 30...60 Gemeinden



passabel ist.

Bei vier Abstimmungen, etwa 10 Prozent der einbezogenen Abstimmungen, versagt die Punktprognose der Hochrechnung mit einer Abweichung von mehr als 8 Prozentpunkten vom Endresultat – auch wenn die Prognose in dreien dieser Fälle doch noch etwas besser war als der Mittelwert. Die hier nicht eingetragenen Vertrauensintervalle umfassen allerdings in allen Fällen auch das "wahre" Endresultat - denn eine schlechte Prognose geht meist auch mit einer geringen Erklärungskraft des angepassten Regressionsmodells einher. Ob die Punktprog-

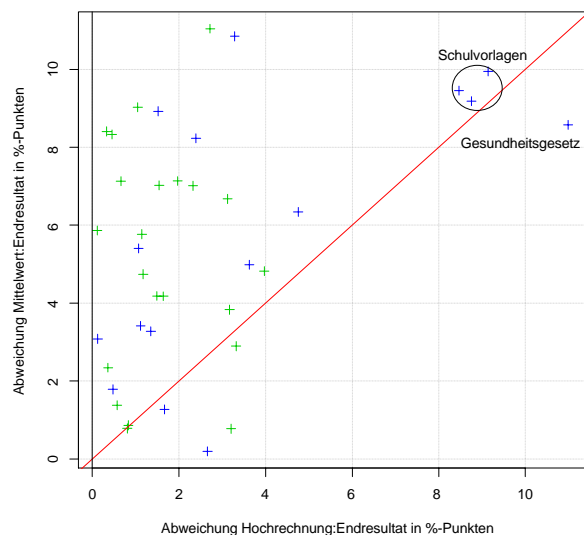
nose mit Vorsicht zu geniessen ist, kann so meist schon zum Prognosezeitpunkt abgeschätzt werden.

Weshalb sind kantonale Abstimmungen oft schwieriger hochzurechnen als eidgenössische?

Die Treffgenauigkeit des Verfahrens ist bei den eidgenössischen Urngängen besser als bei kantonalen: Beträgt der durchschnittliche Fehler bei ersteren etwa 1.6 Prozentpunkte so liegt er bei letzteren bei 3.8 Prozentpunkten. Aus Grafik 3 ist auch zu ersehen, dass die sehr schlecht prognostizierten Abstimmungen (Fehler > 4.5 Prozentpunkte) allesamt kantonal sind. Sieht man einmal von den auswahlbedingten Zufälligkeiten ab, so verweist dies auf den oben bereits genannten Unterschied zwischen den kantonal-zürcherischen und schweizerischen Abstimmungen: Das Stimmverhalten ist bei letzteren in der Regel stärker ideologiegeprägt als bei den zürcherischen, was sich z. B. auch in den meist stärkeren Korrelationen mit den Wähleranteilen der grossen Parteien zeigt. Die kantonalen Vorlagen betreffen häufiger als die eidgenössischen auch Gegenstände, die kaum politischen

Grafik 3: Vergleich Hochrechnung - Mittelwert

Abweichung vom Endresultat; 45 Gemeinden



Staub aufwirbeln, über die aus verfassungsrechtlichen Gründen aber obligatorisch abgestimmt werden muss. Die Medienpräsenz bei den nationalen Vorlagen ist zudem grösser - die überregionalen Massenmedien, besonders das Fernsehen, befassen sich seltener mit den kantonalen Vorlagen, die wohlbekannten Protagonisten der nationalen Politik ebenfalls. Es ist zu vermuten, dass die ideologische „Aufladung“, das heisst das (subjektive) Wissen des Stimmbürgers „worum es eigentlich geht“,



und wie er seine Stimmabgabe mit seiner politischen Grundhaltung in Einklang bringen muss, wesentlich durch diesen Faktor mitbestimmt wird. Entsprechend niedriger ist meist auch die Stimmbeteiligung in kantonalen Angelegenheiten - besonders fühlbar an Abstimmungs-terminen, an denen nur solche zur Abstimmung kommen. Bei kantonalen Vorlagen können auch nur schwer vorher-sehbare regionale Interessensgegensätze für das Stimm-verhalten eine Rolle spielen. Für die Hochrechnung be-deutsam ist insbesondere das Stimmverhalten der Städte Zürich und Winterthur, aus denen jeweils etwa ein Drittel der Stimmen stammen, und die deshalb einen grossen Einfluss auf das Endresultat haben. Dies war der Fall bei der Abstimmung über die Regelung der Medikamenten-abgabe durch Ärzte am 23.9.2001: Winterthur und Zü-richt wiesen aus nicht ganz einsichtlichen Gründen (stär-kere Beeinflussung durch die Ja-Kampagne der Apothe-ker wegen der höheren Apothekendichte in den Städ-ten?) sehr hohe Ja-Stimmenanteile aus - was nicht wie bei "links-grünen" Vorlagen durch die (partei)politische Ausrichtung zu erklären war, denn dann hätte sich das-selbe Phänomen auch in den Agglomerationsgemeinden, und selbst einigen Landgemeinden (z.B. dem meist links abstimmenden Rifferswil) zeigen müssen. Dasselbe gilt auch für die drei Schulvorlagen. Über sie wurde am sel-ben Termin abgestimmt und die Ja-Stimmenanteile in den Gemeinden korrelierten stark, wie die Nachanalyse ergab. Für die Hochrechnung bedeutet dies, dass die Prognosen für alle drei Abstimmungen problematisch sein mussten - andererseits aber auch, dass diese drei Abstimmungen im Grunde genommen eine einzige waren.



Anmerkungen

¹ Die direkte Verwendung früherer Abstimmungsresultate als Regressoren hat verschiedene Nachteile. Zu Beginn der Hochrechnung ist die Zahl der vorhandenen Fälle oft noch klein, wodurch auch die Zahl der Regressoren begrenzt ist (Sie kann aus mathematischen Gründen nicht grösser als die Zahl der Fälle-1 sein). Man müsste aus den Abstimmungen der vergangenen Jahre also eine begründete Auswahl treffen, was dem Grundgedanken eines möglichst weitgehend automatisierbaren Verfahrens zuwiderläuft. Ein weiteres statistisches Problem ist die Multikollinearität, d.h. starke Korrelationen zwischen den Regressoren, welche Instabilitäten bei den Regressionskoeffizienten verursachen kann.

² Das Verfahren ist in jedem Lehrbuch der fortgeschrittenen Statistik beschrieben: Vgl. z. B. Venables, W. N. und B. D. Ripley: *Modern applied Statistics with S-Plus*, New York 1999. Es existiert aber auch eine Spezialliteratur dazu, z.B. Jolliffe I. T.: *Principal Components Analysis*. New York 2002.

³ Konkret angepasst wird ein Modell der Form :

$$\text{logit}(y) = b_0 + b_1 x_1 + \dots + b_n x_n$$

wobei:

y = Ja-Stimmenanteil in der hochzurechnenden Abstimmung.

Die Logit-Transformation der abhängigen Variable verhindert "unmögliche" Resultate $y < 0$ und $y > 1$ bei der Berechnung der Prognosewerte, welche zumindest theoretisch auftreten können, wenn die Ja-Stimmenanteile in den verfügbaren Gemeinden sehr nahe bei 0 oder 1 sind.

b = geschätzte Parameter der Regressionsgleichung.

x = Hauptkomponenten extrahiert aus den vergangenen Abstimmungen.

Analog wird für die Hochrechnung der Stimmbeteiligung vorgegangen, als Grundlage der Hauptkomponentenanalyse dienen dort aber logischerweise Stimmbeteiligungen in der Vergangenheit.

Der gesamte Hochrechneralgorithmus ist in der [open source-Statistikumgebung R](#) implementiert.

⁴ Der Zeitpunkt des Vorliegens der Gemeinderesultate entspricht der gemittelten Eintreffenszeit einiger Abstimmungstermine des Jahres 2002. Zudem wurden für alle Abstimmungen dieselben Stimmberechtigten und Stimmzettelnutzen verwendet - da es hier nur auf das Verhältnis von Endresultat zur Hochrechnung und nicht auf die Absolutwerte der Resultate ankommt, spielt dies keine Rolle. Die als Prädiktoren verwendeten Hauptkomponenten wurden selbstverständlich nicht aus den hochzurechnenden Abstimmungen extrahiert.

english abstract

Forecasting referendum outcomes from early declared results: a method and its performance

Based on early declared results of about 50 municipalities - less than a third of a total of 171 and less than 20% percent of voters, the parameters of a regression model where the independents are the first four or so principal components of past municipal referendum results (percentage of pro-votes). As there are usually more than 10 national, and about an equal number of cantonal referenda in any year, aggregate information at the municipal level about voter preferences abound. The aggregation of declared results and estimated values, weighted with the number of voters yields an estimate of the final cantonal outcome.

A performance evaluation of our forecasting method shows that in the great majority of cases our projection is no more than two percentage points off the mark and sometimes even considerably less.



statistik.info

Unter der Bezeichnung «statistik.info» veröffentlicht das Statistische Amt des Kantons Zürich statistische Kurzberichte, Analysen und Kommentare im Internet. Das bestehende Angebot wird laufend ausgebaut: Pro Jahr kommen rund 30 Berichte zu verschiedenen Themen neu hinzu, so dass Sie hier immer den aktuellen Stand der kantonalen Statistik finden. Die einzelnen Beiträge liegen im pdf-Format vor. Von Fall zu Fall können Excel-Tabellen die pdf-Files ergänzen – damit haben Sie die Möglichkeit, direkt an Ihrem PC eigene Berechnungen anzustellen.

www.statistik.zh.ch/statistik.info

NewsStat

Der elektronische Rundbrief «NewsStat» ergänzt das Angebot: Er informiert Sie – ungefähr im Monatsrhythmus – über sämtliche Neuerscheinungen im Rahmen von «statistik.info».

www.statistik.zh.ch/newsstat

© 2003

Abdruck nur mit Quellenangabe erlaubt.

Statistisches Amt des Kantons Zürich

Eurostat Data Shop Zürich

Bleicherweg 5

8090 Zürich

www.statistik.zh.ch

Telefon: 01 225 12 00

Fax: 01 225 12 99

E-Mail: datashop@statistik.zh.ch

Fragen, Anregungen, Kritik?

Dr. Peter Moser

Telefon: 01 225 12 35

E-Mail: peter.moser@statistik.ji.zh.ch

statistik.info

Daten, Informationen, Analysen @ www.statistik.zh.ch