

Integration von Funddaten ins Natur- und Landschaftsschutzinventar Graubünden mit GIS

Norbert DANUSER

Zusammenfassung

Ein zentrales Problem bei der Integration von Funddaten in ein GIS besteht darin, daß beim Aufbau der Datenbanken eine mögliche Verwendung der Daten in einem graphischen System nicht berücksichtigt wurde. Am Beispiel von acht floristischen und faunistischen Funddateien wird aufgezeigt, mit welchen Mängeln Koordinatenangaben behaftet sein können. Für die nachträgliche Bestimmung der positionalen Genauigkeit von Punktdaten wird ein Modell dargestellt, das auf verschiedenen Untersuchungen beruht. Allerdings war es nicht möglich, alle Mängel und Fehler nachträglich mit vertretbarem Aufwand zu beheben.

Bezüglich der Semantik der verwendeten Dateien wurden ebenfalls einige Unzulänglichkeiten festgestellt. So wurden z.T. Attributfelder nicht korrekt definiert oder einem falschen Datentyp zugewiesen. Mögliche Qualitätsverbesserungen werden sowohl für die positionale Genauigkeit als auch für die Semantik in einer Datenbank aufgezeigt.

Zwei Anwendungsbeispiele sollen eine mögliche Nutzung der integrierten Daten zeigen. Bei der einen Anwendung wird versucht, Potentialgebiete für bestimmte Biotoptypen mittels floristischer und faunistischer Zeigerarten zu lokalisieren. Mit der anderen Anwendung sollen Prioritätsgebiete für den Artenschutz aufgrund gefährdeter Arten ermittelt werden.

1 Einleitung

In den letzten Jahren nahm im Bereich Naturforschung und Naturschutzarbeit die Erhebung von Daten in digitaler Form stark zu. Leider werden einmal erhobene Daten allzu oft nur für die vorgesehene Aufgabenlösung benutzt. Die beschränkt zur Verfügung stehenden personellen und finanziellen Mittel verlangen jedoch nach mehrfacher Nutzung von Daten. Dies umso mehr, weil erfahrungsgemäß bei GIS-Projekten zwischen 60% und 80% der Geldmittel für die Datenerhebung und digitale Erfassung der Daten aufgewendet werden müssen.

Das Amt für Landschaftspflege und Naturschutz Graubünden führt ein GIS-gestütztes Natur- und Landschaftsschutzinventar (Software: ARC/INFO). Neben den eigens für das Inventar erhobenen Informationen verfügt das Amt über weitere, für die Naturschutzarbeit interessante, digitale Daten. Von

großer Bedeutung sind vor allem floristische und faunistische Funddaten, da sie besondere Hinweise für den Arten- und Biotopschutz liefern können und zudem zahlenmäßig recht häufig sind. Für die Integration, wie sie im Rahmen dieses Beitrags vorgestellt wird, wurden folgende acht Funddateien berücksichtigt: Amphibien, Reptilien, Libellen, Tagfalter, Heuschrecken, Weichtiere, Blütenpflanzen und Moose. Diese Dateien wurden von verschiedenen Institutionen und Organisationen zur Verfügung gestellt. Sie enthalten Funde aus dem ganzen Kantonsgebiet, wobei die meisten Objekte Zufallsfunde sind und nur wenige systematischen Aufnahmen entstammen. Insgesamt vereinen die acht Dateien knapp 40.000 Funde.

Integration ist ein Begriff, der in zahlreichen Fachgebieten eine wichtige und oftmals im Vergleich zu anderen Gebieten kontrastierende Bedeutung hat. Selbst im Bereich GIS vereint der Begriff eine Reihe verschiedener Aspekte (vgl. SHEPHERD 1991). Hier ist unter Integration derselbe Prozess zu verstehen, wie er von RHIND (1984) beschrieben wird: *"Data integration is the process of making different data sets compatible with each other, so that they can reasonably be displayed on the same map and so that their relationships can sensibly be analysed"*.

2 Inkonsistenzen

2.1 Geometrie und Lokalisierung

Die räumliche Position der Funde wird in allen acht Funddateien durch Koordinatenpaare wiedergegeben. Geometrisch betrachtet handelt es sich also bei diesen Funden um Punktobjekte. Jedes Punktobjekt in einem GIS ist mit einer gewissen positionalen Ungenauigkeit behaftet. Die positionale Genauigkeit dieser Punktdaten hängt hauptsächlich von zwei Prozessen ab: der Übertragung von Objekten aus der realen Welt auf die Karte sowie der Bestimmung der Koordinaten.

Bei der Ermittlung der positionalen Genauigkeit der Funddaten stellte sich ein grundsätzliches Problem: Bei den meisten Funden wurden bei der Erhebung keine Angaben zur positionalen Genauigkeit gemacht. Die nachträgliche Bestimmung der Genauigkeit konnte deshalb größtenteils nur sehr allgemein erfolgen, obwohl die Genauigkeit stark von

der angewendeten Erhebungsmethodik und der bearbeitenden Person abhängt. Eine objektspezifische Bestimmung war nur in bestimmten Fällen möglich.

Zur Ermittlung der Genauigkeit bei der Übertragung von Punktobjekten aus der realen Welt auf die Karte (**Übertragungsgenauigkeit**) wurde eine informelle Untersuchung durchgeführt. Von folgender Annahme wurde ausgegangen: Beim Einzeichnen eines Punktes auf der Karte bestimmt die kartierende Person gedanklich eine Fläche, in der sie die tatsächliche Position des Punktes vermutet und schätzt dann den Mittelpunkt dieser Fläche. Bei eigenen Kartierungsversuchen auf einer schweizerischen Landeskarte 1:25'000 (übliche Kartierungsgrundlage für diese Zwecke) wurde festgestellt, dass die Grösse der gedanklich festgelegten Fläche je nach Gelände variiert. In Gelände mit nahegelegenen Anhaltspunkten (z.B. freistehende Bäume oder Häuser, die auf der Karte identifizierbar sind) betrug der Durchmesser der Fläche ca. 1mm (25m). In offenem Gelände erhöhte sich dieser auf 2mm (50m), und im Wald lag er zwischen 3 und 5mm (75-125m). Die nachträgliche Bestimmung, in welchem Gelände jeder einzelne Fund beobachtet wurde, wäre nur unter grossem Aufwand möglich. Für die Weiterverarbeitung der Funddaten wurde eine Übertragungsgenauigkeit von 50m vereinbart (25m in jede Richtung von der angegebenen Koordinate aus). In der Praxis wird die Ungenauigkeit oft noch grösser sein, weil für viele Anwendungen keine hohe Genauigkeit verlangt wird und sich KartiererInnen auch nicht allzu stark um eine hohe Genauigkeit bemühen.

Für die Abschätzung der Genauigkeit bei der Koordinatenbestimmung auf der Karte (**Messgenauigkeit**) wurde eine Untersuchung bei 19 Personen durchgeführt, die jeweils für fünf Punkte die Koordinaten zu bestimmen hatten. Von den total 190 erhaltenen Koordinatenwerten wurden 5 von den statistischen Auswertungen ausgeschlossen, weil sie um mehr als 100m (4mm) vom Mittelwert abweichen und somit kaum auf die Messgenauigkeit sondern auf Messfehler zurückzuführen sind. Die Standardabweichung der übriggebliebenen Werte beträgt 11m. Für das häufig verwendete Vertrauensintervall von 90% (vgl. DRUMMOND 1995) ergibt

das einen Wert von 36m je 18m in negative und positive X- und Y-Richtung vom Mittelwert aus).

Neben der allgemeinen positionalen Genauigkeit bestehen auch objektspezifische Genauigkeitswerte (**Koordinatengenauigkeit**). Dies ist der Fall, wenn die Fundkoordinaten nicht durch alle 6 Stellen des schweizerischen Koordinatensystems angegeben werden. Normalerweise haben Koordinatenangaben die Form XXX'XXX/YYY'YYY und sind dadurch bis auf den Meter genau bestimmt. Durch das Weglassen von Koordinatenstellen wird die Koordinatengenauigkeit dementsprechend reduziert. Eine Koordinate von der Form XXXIYYY gibt beispielsweise eine maximale Genauigkeit von einem Kilometer wieder. Graphisch kann eine solche Angabe durch eine Fläche von 1x1km dargestellt werden. Diese Fläche kann allerdings auf zwei verschiedene Arten aufgespannt werden. Die Koordinatenangabe kann sich auf die untere linke Ecke des Rechtecks beziehen (Unten-Links-Methode) oder auf das Zentrum des Rechtecks (Auf-/Abrundungs-Methode). Eine Untersuchung hat ergeben, dass 14 von 18 getesteten Personen (knapp 80%) die erste Methode bei der Angabe dreistelliger Koordinaten verwenden. Bei 6 derjenigen 14 KartiererInnen, die die Unten-Links-Methode für dreistellige Koordinaten anwendeten, wurde zusätzlich getestet, welche Methode für vierstellige Koordinatenangaben verwendet wird. Interessanterweise entschieden sich alle 6 Personen diesmal für die Auf-/Abrundungs-Methode. Die Verwendung der Notationsmethode ist offensichtlich präzisionsabhängig.

Zur Bestimmung der gesamthaften positionalen Genauigkeit wurde grundsätzlich die Übertragungs- und die Messgenauigkeit addiert, weil die zugrundeliegenden Prozesse voneinander unabhängig sind. Zusätzlich kann noch die Koordinatengenauigkeit hinzukommen. Bei fünfstelligen Koordinaten wurde die Koordinatengenauigkeit (10m) nicht miteinbezogen, weil sie durch die viel grössere Übertragungsgenauigkeit von 50m nicht relevant ist. Bei vierstelligen Angaben wurde die Übertragungsgenauigkeit wegen der ausreichenden Repräsentation durch die Koordinatengenauigkeit weggelassen. Die Messgenauigkeit wurde berücksichtigt, weil vierstellige Koordinaten nicht direkt abgelesen werden können, sondern gemessen werden müssten

Tabelle 1

Zusammensetzung der positionalen Genauigkeit für verschiedene Koordinatennotationen

Koordinatenstruktur	xxx	xxx'x	xxx'xx und xxx'xxx
Übertragungsgenauigkeit			50
Messgenauigkeit		36	36
Koordinatengenauigkeit	1000	100	0
Positionale Genauigkeit insgesamt	1000	136	86

(in der Praxis werden sie wohl oft nur geschätzt). Bei dreistelligen Koordinatenangaben wird sowohl die Übertragungsgenauigkeit als auch die Messgenauigkeit genügend durch die Koordinatengenauigkeit repräsentiert (Tabelle 1).

Aufgrund der Erkenntnisse bezüglich der positionalen Genauigkeit können die Funddaten nicht mehr grundsätzlich als punktförmige Objekte behandelt werden. Deshalb wurden sie bei der weiteren Verwendung als Flächen mit der Ausdehnung der zugrundeliegenden Genauigkeit (**Unsicherheitsfläche**) verarbeitet. Weil sich die Unsicherheitsflächen von Funden überschneiden können, mussten die Funde im GIS ARC/INFO als einzelne Regionen organisiert werden. Auf die Berücksichtigung der Wahrscheinlichkeitsverteilung des wahren Fundorts innerhalb der Unsicherheitsfläche wurde verzichtet.

Weitaus gravierender als die positionale Genauigkeit können sich Koordinaten, die mit Fehlern im engeren Sinne behaftet sind, auf die Position von Punkten auswirken. Solche Fehler können bereits bei der Koordinatenbestimmung auf der Karte unterlaufen, indem entweder die Koordinaten falsch abgelesen oder falsch notiert werden. Bei der oben erwähnten Untersuchung waren immerhin bei 5 von 95 Koordinatenpaaren die X- oder Y-Koordinate fehlerhaft (mind. 100m Abweichung vom Mittelwert). Weitere Fehler können durch falsche oder vertauschte Zahlenfolgen bei der Eingabe von Koordinaten über die Tastatur eingebracht werden. Diese Fehler können extrem gross sein und sind nur in den wenigsten Fällen durch Plausibilitätstest auffindbar (z.B. räumliche Begrenzung des Vorkommens).

Die digitale Erfassung von Punktdaten über die Tastatur ist in der Praxis sehr verbreitet. Angesichts der geringen Genauigkeit (bedingt durch die Koordinatenbestimmung) und der nicht zu unterschätzenden Fehlerquote bei der Dateneingabe ist diese Methode aber eher unbefriedigend. Zur Verminderung von Fehlern bei der Dateneingabe muss die Digitalisierung von Punkten mit der Maus in Betracht gezogen oder zumindest die Eingabe sechsstelliger Koordinatenangaben erzwungen und die Durchführung von Plausibilitätstests vorgenommen werden. Eine zukunftsweisende Methode ist vielleicht die Verwendung von GPS (Global Positioning System). Mit diesem System kann aufgrund von Satelliten die Position im Gelände auf einige Centimeter bis mehrere Meter genau je nach System und Topographie bestimmt werden. Zusätzlich können durch die direkte digitale Aufzeichnung der Koordinaten Eingabefehler vermieden werden (abgesehen von Manipulationsfehlern). Daß diese Systeme bereits erfolgreich in der Praxis eingesetzt werden, zeigen DÖLLER (1994) und KAISER (1994).

Die digitale Erfassung von Punktdaten über die Tastatur ist in der Praxis sehr verbreitet. Angesichts

der geringen Genauigkeit (bedingt durch die Koordinatenbestimmung) und der nicht zu unterschätzenden Fehlerquote bei der Dateneingabe ist diese Methode aber eher unbefriedigend. Zur Verminderung von Fehlern bei der Dateneingabe **muss** die Digitalisierung von Punkten mit der Maus in Betracht gezogen oder zumindest die Eingabe sechsstelliger Koordinatenangaben erzwungen und die Durchführung von Plausibilitätstests vorgenommen werden.

2.2 Semantik

Um natürliche Phänomene in ein GIS abbilden zu können, müssen sie stark abstrahiert werden. Dieser Abstraktion kommt eine grosse Bedeutung zu, weil sich Unklarheiten und Inkonsistenzen semantischer Art verheerend auswirken können. Dateien, die auf der Grundlage unklarer semantischer Definitionen aufgebaut werden, sind für eine weitere Verwendung oft praktisch wertlos.

Problematisch sind beispielsweise Textfelder, die ausführliche Beschreibungen von Sachverhalten zulassen. Sie wirken verführerisch, weil der Abstraktionsgrad nicht so hoch ist und somit der Informationsverlust vermeintlich gering gehalten werden kann. Für Abfragen und Auswertungen sind nicht-kodierte Textfelder aber in den meisten Fällen ungeeignet. Das Informationspotential kann oft nur schwach genutzt werden oder liegt sogar ganz brach (vor allem bei umfangreichen Dateien).

Der Vergleich der acht Funddateien sowie der dazugehörigen Relationen brachte verschiedene, z.T. sehr grosse Definitionsmängel zum Vorschein. So wurden z.B. Koordinaten in einem einzigen Feld in der Form xxx.xxx/yyy.yyy erfasst, rein numerische Attribute wurden in Textfeldern gespeichert oder die Entschlüsselungstabellen zu kodierten Feldern waren unvollständig.

Diese Beispiele sollen die Wichtigkeit aufzeigen, beim Aufbau neuer Datenbanken einen entsprechenden Aufwand für die Definition der zu erhebenden Entitäten, ihrer Merkmale und Kategorien sowie der Datenstrukturen zu betreiben. Nicht minder wichtig ist auch die Erstellung geeigneter Eingabemasken, die bereits möglichst viele Fehler verhindern sollen und können.

3 Integration

Auf konzeptueller Ebene werden in der Literatur verschiedene Ansätze zur Datenintegration diskutiert. Beispielsweise die Verknüpfung inhomogener Daten unter Angabe der Unsicherheiten (BRIGGS & MOUNSEY 1989), die Konvertierung von Daten in eine einzige Zielversion (NYERGES 1989) oder die Repräsentation von Daten auf einer gemeinsamen, generalisierten Basis durch die Reduktion räumlicher und thematischer Information (vgl. SHEPHERD 1991). Einen flexibleren Ansatz verfolgen STEPHAN et al. (1993) mit dem *virtual data*

set, indem die Daten möglichst in ihrem Ursprungszustand abgespeichert und die Datensätze mit Methoden ausgestattet werden, die für jede Anwendung die optimale Datenbasis bereitstellen können. Dieser Ansatz ist allerdings erst als Konzept vorhanden.

Im vorliegenden Fall wurden zwei Ansätze verfolgt. Grundsätzlich wurden die thematischen Informationen der acht Funddateien auf eine gemeinsame **Informationsbasis** reduziert. Um diese möglichst breit zu halten, wurden einige weitere, wichtige Attribute, die nicht bei sämtlichen Dateien vorhanden waren, aufgearbeitet. Für die gemeinsame Informationsbasis mußten Zielstrukturen für die einzelnen Attribute vorgegeben und die Daten in die entsprechende Form konvertiert werden. Zur Informationsbasis gehören Angaben bezüglich der geographischen Lage, der positionalen Genauigkeit, des Fundalters sowie artenspezifische Angaben wie Taxon, Rote-Liste-Status, Schutzstatus, Zeigermerkmale usw.

Das Ziel beim Aufbau der Datenbankstruktur war die Einbindung der Ursprungsdateien. Das Grundgerüst der Struktur bildet die Datei mit der Informationsbasis. Über ein Schlüsselattribut läßt sich jeder Datensatz der Informationsbasis mit dem entsprechenden Datensatz der Ursprungsdatei verbinden. Dieses Schlüsselattribut wurde auch für die Verbindung zwischen den Objekten des Natur- und Landschaftsschutzinventars und den Funddaten verwendet. Erstellt wurde die Verbindung über die räumliche Verschneidung der Funddaten mit den flächenhaften Inventarobjekten. Damit Abfragen zu dieser Verbindung nicht nur im GIS, sondern auch in anderen relationalen Datenbanksystemen möglich werden (z.B. in Access für den Ausdruck von Inventarobjektblättern mit zusätzlicher Angabe von Funden), wurde die Verbindung in einer Datei fixiert.

4 Anwendungsbeispiele

Die Bereinigung von Inkonsistenzen und die Beseitigung von Inhomogenitäten war die Voraussetzung für die Verwendung der Funddaten im Zusammenhang mit dem Natur- und Landschaftsschutzinventar. Bei den folgenden zwei Anwendungsbeispielen ging es um die Lokalisierung von potentiellen Gebieten bestimmter Biotoptypen durch floristische und faunistische Zeigerarten bzw. um die Ermittlung von Prioritätsgebieten für den Artenschutz mittels gefährdeter Arten. Bei beiden Analysen wurde nach dem gleichen Prinzip vorgegangen. Jedem Fund wurde aufgrund der Arteneigenschaft ein bestimmter Zeiger- bzw. Prioritätswert zugewiesen. Dieser Wert wurde je nach Alter des entsprechenden Fundes gewichtet. Der Wert von Funden, die nach 1989 datiert sind, wurden zu 100% berücksichtigt. Ältere Funde erfuhren eine Wertverminderung von 2% pro Jahr. Alle vor 1950 datierten Fundwerte

wurden mit 20% gewichtet. Berücksichtigt wurde auch die positionale Genauigkeit der Funde, indem die Funde bei der räumliche Verschneidung als (Regionen-) Flächen behandelt wurden. Die Ermittlung der Potential- bzw. Prioritätsgebiete erfolgte auf der Basis eines Zellgitters mit bestimmter Maschenweite (500m bzw. 250m und 100m), das mit den Fundregionen verschritten wurde. Dabei konnte der Wert eines Fundes entweder einer einzelnen Gitterzelle zugute kommen (wenn die Unsicherheitsfläche vollständig innerhalb der Zelle lag), oder aber auf mehrere Zellen aufgeteilt werden (flächenprozentual). Für jede Gitterzelle wurde dann die Summe aller (Teil-) Fundwerte gebildet.

Als Resultate aus den Analysen wurde eigentlich erwartet, dass insbesondere Gebiete mit großem Potential für bestimmte Biotoptypen (viele Zeigerfunde) mit den entsprechenden Inventarobjekten relativ gut übereinstimmen. Denn es kann angenommen werden, dass die auffälligsten und wertvollsten Lebensräume des Kantons Graubünden bereits im Inventar erfasst sind. Die entsprechenden Auswertungen ergaben jedoch, daß die Übereinstimmung mit dem Inventar überaus gering ist und keine Korrelation zwischen der Höhe des Potentials und der Übereinstimmung besteht. Eine gewisse Skepsis bezüglich der Resultate ist also durchaus angebracht. Eine bessere Beurteilung der Resultate wäre durch die Verifizierung der Gebiete im Feld möglich. Bisher wurden allerdings noch keine durchgeführt. Die Resultate der Anwendungen haben insgesamt nicht viele neue Erkenntnisse gebracht. Immerhin konnte aber auf einige Gebiete mit großem Potential für den Naturschutz hingewiesen werden.

5 Schlussfolgerungen

Die Untersuchung der positionalen Genauigkeit punkthafter Daten hat einige Probleme aufzeigt, die entstehen können, wenn Daten aus einer nicht-graphischen Datenbank in ein GIS integriert werden sollen. In dieser Hinsicht müssen bei naturschutzrelevanten Daten einige Verbesserungen angestrebt werden. Für die zwei Hauptverursacher von Ungenauigkeiten und Fehlern - der Datenaufnahme und der Dateneingabe - sind neue Strategien zu finden.

Der direkte Nutzen der Integration der Funddaten ins Natur- und Landschaftsschutzinventar Graubünden ist schwierig abzuschätzen. Sicherlich tragen die Daten zu einer Erhöhung des Informationsgehalts des Inventars bei und vermögen eventuell kleinere Lücken zu schliessen. Ihr Wert darf aber auch nicht überschätzt werden, weil eine stattliche Anzahl Funde mit Positionsfehlern oder großen Ungenauigkeitswerten behaftet ist und das Fundalter z.T. sehr hoch ist (ältester Fund stammt aus dem Jahr 1824). Zudem muss berücksichtigt werden, daß die verwendeten Funddaten durch ihre zufällige und

lückenhafte Erhebung ein räumlich unvollständiges Bild abgeben.

6 Literaturverzeichnis

BRIGGS, David; MOUNSEY, Helen (1989):

"Integrating land resource data into a European geographical information system: practicalities and problems", in: *Applied Geography*, Vol. 9 No. 1, 5-20.

DANUSER, Norbert (1996):

Integration naturschutzrelevanter Daten ins Natur- und Landschaftsschutzinventar Graubünden mit GIS, Diplomarbeit, Geographisches Institut der Universität Zürich.

DÖLLER, Herbert (1994):

"Kriterien zur Echtzeit-Datenerfassung für GIS mit dem Global Positioning System", in: *Angewandte Geographische Informationsverarbeitung VI*, Salzburger geographische Materialien, Salzburg, Heft 21, 169-179.

DRUMMOND, Jane (1995):

"Positional accuracy", in: *Element of spatial data quality*, edited by Guptill, S.C. and Morrison, J.L., International Cartographic Association (ICA).

KAISER, Konrad (1994):

"Dritte Generation der GPS-Datenerfassung für GIS mit Trimble Kinematik und RealTimeKinematik - Demonstration an praktischen Beispielen", in: *Angewandte Geographische Informationsverarbeitung VI*, Salzburger geographische Materialien, Salzburg, Heft 21, 293-300.

NYERGES, Timothy L. (1989):

"Schema integration analysis for the development of GIS databasis", in: *International Journal of Geographical Information Systems*, London (Taylor & Francis), Vol. 3, No. 2, 153-183.

RHIND, David W. [et al.] (1984):

"The Integration of Geographical Data", in: *Proceedings of the Australo Perth Conference*, Perth, 273-293.

SHEPHERD Ifan D. H. (1991):

"Information Integration and GIS", in: *Geographical Information Systems: Principals and Applications*, edited by Maguire, D.M., Goodchild, M.F. and Rhind, D.W., New York (Longman), Vol. 1, 337-360.

STEPHAN, Eva-Maria; VCKOVSKI, Andrei; BUCHER, Felix (1993):

"Virtual Data Set - An Approach for the Integration of Incompatible Data", in: *Proceedings of the AUTOCARTO 11 Conference*, Minneapolis (USA), S.93-102.

Anschrift des Verfassers:

Norbert Danuser
Amt für Landschaftspflege und Naturschutz
Graubünden
Loestraße 14
CH-7000 Chur

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Laufener Spezialbeiträge und Laufener Seminarbeiträge \(LSB\)](#)

Jahr/Year: 1996

Band/Volume: [4_1996](#)

Autor(en)/Author(s): Danuser Norbert

Artikel/Article: [Integration von Funddaten ins Natur- und Landschaftsschutzinventar Graubünden mit GIS 59-63](#)