

V. GOLLKOWSKI, Oelsnitz i. V.

Zur Fundortermittlung und -angabe unter besonderer Berücksichtigung der Satellitennavigation

Zusammenfassung Verschiedene Satellitennavigationssysteme, Empfänger und wichtige Grundbegriffe werden kurz vorgestellt. Systembedingte Fehlerquellen und Probleme bei der Anwendung der Satellitennavigation, auch in Verbindung mit Landkarten, werden aufgezeigt. Für den Einsatz werden Hinweise gegeben. Deutschland wird bei den Ausführungen besonders berücksichtigt. Die genannten Schlussfolgerungen haben trotzdem weltweite Gültigkeit.

Summary To the investigation of and information on collecting localities with especial consideration of satellite navigation. – Different systems of satellite navigation, receivers and important fundamentals are briefly presented. Sources of systematic errors and problems of use of satellite navigation in connection with maps are presented. Hints for application are given. Germany is considered in particular but the present conclusions are valid worldwide.

1. Einleitung

Noch im 19. Jahrhundert war es üblich, gesammelte Insekten überhaupt nicht oder nur mit wenig brauchbaren Funddaten wie Landesnamen zu versehen. Ungefähr ab Anfang des 20. Jahrhunderts wurde aber die Bedeutung einer ordnungsgemäßen Bezeichnung erkannt. Beispiele dafür liefern SOKOLÁŘ (1909), BICKHARDT (1910), RÜSCHKAMP (1930) und FRANZ (1931). REITTER (1908) weist auch schon auf die Notwendigkeit der Etikettierung hin, bildet aber noch Zettel mit dem in Abb. 1 dargestellten Aussehen ab. Diese Etiketten sind aus heutiger Sicht nicht mehr ausreichend. Für die damalige Zeit war die Forderung aber sehr fortschrittlich, jedes Exemplar direkt an der Nadel mit einem kleinen „Patria-Zettelchen“ zu versehen, das Land, Ort und Name des Sammlers enthalten soll.

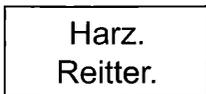


Abb. 1: Muster eines Etiketts aus REITTER (1908).

Auch die früher genutzten Methoden, die Herkunft gesammelter Insekten durch kleine bunte Zettel zu markieren oder an den Nadeln nur Tagebuchnummern o. Ä. anzubringen, sind inzwischen nicht mehr gebräuchlich. Für spätere Bearbeiter ist solches Material zumeist überhaupt nicht mehr auswertbar. Aktuell gültige Hinweise zu Etikettierung und Etiketteninhalt können etwa bei FREUDE, HARDE & LOHSE (1965), SCHULZE (1981), KLAUSNITZER (2002), COOTER & BARCLAY (2006) oder HARTMANN (2008) nachgelesen werden (Abb. 2). Erst durch die korrekte, vollständige und nachvollziehbare Dokumentation des Fundortes und weiterer Daten erhält das Sammelgut seinen wissenschaftlichen Wert.

Deutschland, Thüringen,
Kreis Gotha: ca. 1,7 km nördlich
99869 Mühlberg [Ort]: Kaffberg
[Berg] (380 m NN, Mischwald,
aus der Bodenstreu gesiebt)
12.V.2007 leg. M. Müller

Abb. 2: Muster eines Fundortetiketts nach SCHULZE (1981) (abgeändert).

Einerseits gibt es trotz allem selbst heute noch Probleme bei der Etikettierung an sich bzw. bei der Zuordnung einzelner Angaben. Auf der anderen Seite steht die Forderung nach immer genaueren Funddaten. Eine Lösung dafür scheint inzwischen die Nutzung moderner Technik wie die der Satellitennavigation zu bieten. Dazu sollen hier verschiedene Gedanken dargestellt werden, um den größtmöglichen Nutzen aus diesen neuen Möglichkeiten ziehen zu können.

Lange Zeit bildeten (und sind zu einem großen Teil auch immer noch) Kartenwerke oder Atlanten die Grundlage zur Feststellung von Fundortangaben. Dabei ist die Weiterentwicklung von Geodäsie und Kartografie ein ständig anhaltender Prozess. Aus den Darstellungen von LANG (2008) kann man entnehmen, welche Probleme es allein im Vermessungs- und Kartenwesen Deutschlands seit 1871 zu bewältigen galt. Das Gesamtgebiet der Kartografie wird von HAKE, GRÜNREICH & MENG (2002) dargestellt. Durch das Verknüpfen von Kartenmaterial und Satellitennavigation zur Funddatenermittlung ergeben sich weitere Punkte, deren Beachtung für die Gewährleistung von Genauigkeit und Nachvollziehbarkeit von Bedeutung ist.

Zur Koordinatenaufnahme für entomologische Zwecke finden fast ausschließlich Satellitenempfänger aus dem „Freizeitbereich“ Verwendung. Zum Beispiel im Vermessungswesen (wo sogar der Einfluss der Kontinentaldrift berücksichtigt wird) werden deutlich teurere Geräte eingesetzt, die durch Nutzung verschiedener aufwändiger Techniken wesentlich präzisere Ergebnisse liefern. Solche Spezialtechnik wird hier aber nicht berücksichtigt. Momentan ist GPS das weltweit am häufigsten genutzte Navigationssystem. Daher gelten die getroffenen Aussagen hauptsächlich dafür, treffen aber zumindest teilweise auch auf die anderen bzw. zukünftige Systeme zu. Die Inhalte mit geografischem bzw. kartografischem Bezug haben allgemeine Gültigkeit. Stand der mitgeteilten Angaben ist 2008.

2. Grundlagen

2.1 Grundbegriffe

Geografisches Gradnetz:

Mittels Angabe der geografischen Breite (latitude) und Länge (longitude) kann jeder Ort der Erde beschrieben werden. Die Breitenkreise liegen parallel zum Äquator, die Längenkreise (Meridiane) gehen durch die beiden Pole. Es ist üblich, zuerst die Breite und dann die Länge anzugeben. Die Einteilung erfolgt in Grad:Minute: Sekunde (hddd°mm'ss,s''), Grad:Minute, Dezimalminute (hddd°mm,mmm') oder Dezimalgrad (hddd,dddd°). Diese Formen sind gleichwertig und können einfach umgerechnet werden. Gebräuchlich sind Angaben mit Sekunden oder Dezimalminuten. Mit Dezimalgrad kann dagegen gut gerechnet werden (Addition, Subtraktion). Ein Grad hat 60 Minuten, eine Minute wiederum 60 Sekunden.

Vom 0. Breitenkreis (Äquator) werden nach Norden (nördliche Breite) und nach Süden (südliche Breite) bis zum jeweiligen Pol je 90 Breitenkreise gezählt. Die Zählung der Längenkreise erfolgt ab dem 1884 international vereinbarten Null-Meridian in Greenwich (England) nach Osten (östliche Länge) bzw. Westen (westliche Länge) bis 180. Früher wurden häufig auch andere Null-Meridiane wie die von Berlin, Pulkowo oder Washington verwendet. Der Abstand der Breitenkreise untereinander ist immer gleich, während der der Längenkreise in Polrichtung immer mehr abnimmt. Zwischen den Minutenfeldern der geografischen Breite ist der Abstand also konstant 1,852 km (1 Seemeile), bei den Sekundenfeldern ca. 30,9 m. In Deutschland bei 50° nördlicher Breite beträgt der Abstand zwischen den Minutenfeldern bei der geografischen Länge ca. 1,190 km und zwischen den Sekundenfeldern ca. 19,8 m. Sekundenangaben mit einer Kommastelle haben in unseren Breiten somit eine Systemgenauigkeit von 2 bis 3 m.

Eine Sonderposition nimmt das geografische Koordinatensystem von Frankreich ein. Es wird z. B. oft für die amtlichen IGN-Karten genutzt, die aber teilweise

auch zusätzliche Koordinatenangaben anderer Systeme enthalten. Koordinaten des französischen Systems werden in „grades“ (gr) angegeben, der Vollkreis hat 400 gr statt der sonst üblichen 360°. Der Null-Meridian geht durch Paris.

Gitternetz (grid):

Grundgedanke der Gitternetze ist die Transformation (Projektion) der dreidimensionalen Erde mit Bogenmaßen in eine zweidimensionale Karte mit Längenmaßen. Es existieren die verschiedensten Gitternetzsysteme wie British National Grid, Isländisches Gitter oder Schweizer Gitter, die zumeist nur für ein begrenztes Gebiet definiert sind. In Deutschland war in der Vergangenheit das Gauß-Krüger-Gitter (German grid) weit verbreitet. Inzwischen wurde es weitgehend durch das international gebräuchliche UTM-Gitter (Universal Transverse Mercator) abgelöst. Die Polbereiche werden dabei durch ein separates Netz (Universal Polar Stereographic, UPS) abgebildet. Eine Umrechnung zwischen verschiedenen Gitternetzen oder dem geografischen Gradnetz ist sehr aufwändig und oft nur näherungsweise möglich.

Im Gauß-Krüger-System werden die Koordinatenwerte als Rechtswert (R) und Hochwert (H) bezeichnet, bei UTM dagegen als Ostwert (E) und Nordwert (N). Es handelt sich dabei praktisch um Abstandsangaben in Metern. Für weltweite Positionsangaben wird das UTM-Gitter mit seinen 60 Zonen weiter in das UTM-Meldegitter (UTM Reference System, UTMREF9) unterteilt. Die so entstandenen Zonenfelder werden mit einem Buchstaben bezeichnet. Eine noch weitergehende Unterteilung erfolgt mit 100-km-Quadraten, die dann durch zwei Buchstaben gekennzeichnet werden. Deutschland umfasst die Zonenfelder 31U, 32U, 33U, 32T und 33T. Satellitenempfänger zeigen oftmals bei UTM-Angaben anstelle der Zuordnung zur nördlichen oder südlichen Hemisphäre gleich das Zonenfeld an.

Für die Meridianstreifen des Gauß-Krüger-Systems wurden Überlappungszonen festgelegt. Liegt ein Punkt in solch einer Überlappungszone, können Koordinaten für den eigentlichen („passenden“) oder für den benachbarten Meridianstreifen angegeben werden. Zur eindeutigen Festlegung eines Punktes ist daher die Angabe des Meridianstreifens unbedingt erforderlich.

Geodätische Angaben wie z. B. Gauß-Krüger- und UTM-Koordinaten basieren auf Rotationsellipsoiden mit unterschiedlichen Bezugssystemen. In der deutschen Kartografie wurde bzw. wird neben dem Bessel-Ellipsoid teilweise noch das Krassowsky-Ellipsoid (Referenzellipsoid des Datums System 42/83) genutzt. Regional angepasste Ellipsoide wie das Bessel-Ellipsoid (Referenzellipsoid des „Potsdam Datum“) für Gauß-Krüger-Koordinaten eignen sich nicht für alle Gebiete der Erde. Für das UTM-Gitter ist daher das Ziel die ausschließliche Nutzung des erdumfassenden WGS84-Ellipsoids. Leider wurden ursprünglich für UTM-Ko-

ordinaten weltweit mehrere unterschiedliche Ellipsoide verwendet, was zu Problemen bei der Nutzung von Landkarten oder Koordinaten mit UTM-Werten führen kann.

Kartendatum (map datum):

Es handelt sich dabei um das Kartenbezugssystem (geodätisches Datum). Nur mit dessen Angabe kann ein bestimmter Punkt der Erdoberfläche eindeutig beschrieben werden, und zwar unabhängig davon, welches Grad- oder Gitternetzsystem für die Positionsangabe verwendet wird. In Deutschland waren bisher „Potsdam Datum“ (PD) oder „Europäisches Datum“ (ED50), in der DDR zwischenzeitlich System 42/83 gebräuchlich. Aktuell wird aber immer mehr das Datum WGS84 (World Geodetic System 1984) genutzt. Es ist das 1984 definierte Bezugssystem des GPS und wird jetzt auch für das UTM-Koordinatensystem verwendet. ETRS89 (European Terrestrial Reference System 1989) ist der europäische Teil des sehr genauen, weltweit akzeptierten ITRS (International Terrestrial Reference System). Für ETRS89 kommt das zu GRS80 (Geodetic Reference System 1980) zugehörige Referenzellipsoid zum Einsatz, bei WGS84 das WGS84-Ellipsoid. Beide Bezugssysteme sind für die hier betrachteten Zwecke fast identisch.

Weltweit existieren mehr als 200 verschiedene Kartendaten, die ihre Entstehung der unregelmäßigen Erdgestalt verdanken. Die Länder haben das Kartendatum möglichst auf ihr jeweiliges Territorium optimiert.

Vor dem Zeitalter der Computertechnik war es so, dass bei topografischen Karten üblicherweise für ein bestimmtes Gitternetzsystem ein zugeordnetes Kartendatum genutzt wurde. Als Beispiel soll hier das Schweizer Gitter mit Bezugssystem CH1903 genannt werden. Erst PC- oder Navigationsgeräte-Software ermöglicht es, auf einfachem Wege beliebige, zum Teil unvereinbare Kombinationen aus den softwareseitig angebotenen Koordinaten- und Bezugssystemen einzustellen. Aktiviert man im Satellitenempfänger das Schweizer Gitter (Swiss grid) und dazu WGS84, ergeben sich zur Einstellung CH1903 (und damit auch zu den konformen topografischen Karten der Schweiz) folgende Unterschiede, die dazu noch nicht konstant über das gesamte Gebiet der Schweiz sind: Breite ca. 150 m, Länge ca. 80 m und Höhe ca. -50 m.

Auf aktuellen deutschen topografischen Karten werden inzwischen teilweise Umrechnungswerte von ETRS89/WGS84 in das „Potsdam Datum“ angegeben.

Höhenbezugssystem:

Das Höhensystem gründet sich zumeist auf eine physikalisch festgelegte Bezugsfläche, z. B. Normalnull (NN), Höhennull (HN) oder Normalhöhennull (NHN). Ideale Höhenbezugsfläche wäre eine Fläche in Höhe des mittleren Meeresspiegels – das Geoid, welches der unregelmäßige Gestalt der Erde entspricht. Die Nut-

zung ist aber sehr schwierig, so dass in der Praxis mit Näherungen gearbeitet wird.

In Deutschland beziehen sich Höhenangaben seit 1879 auf die als Normalnull bezeichnete Niveaulfläche, die vom Amsterdamer Pegel abgeleitet wurde. 1912 wurde für Deutschland als Höhenbezugssystem das DHHN12 (Deutsches Haupt-Höhen-Netz 1912) berechnet. In der DDR entstand das Staatliche Nivellementsnetz 1. Ordnung (SNN) mit Bezug auf den Kronstädter Pegel (bei St. Petersburg). Die SNN-Bezugsfläche liegt allerdings nur wenige Zentimeter höher als Normalnull. Inzwischen wurde das gesamte deutsche Höhennetz über den Zwischenschritt DHHN90 (Deutsches Haupt-Höhen-Netz 1990 mit zwei Netzblöcken und Höhenangaben über Höhennull) ausgeglichen. Als Ergebnis erfolgte die Einführung des DHHN92 (Deutsches Haupt-Höhen-Netz 1992) mit dem einheitlichen Höhenbezugspunkt Normaler Amsterdamer Pegel (NAP). Hier werden die Höhen als Höhen über Normalhöhennull bezeichnet. Zum DHHN12 kann es minimale Differenzen nach oben oder unten geben.

In den Staaten werden verschiedene Bezugspegel genutzt, die zu Abweichungen zwischen den nationalen Höhensystemen führen. Diese Abweichungen können in Europa je nach Pegel mehrere Meter betragen. 1960 entstand daher das Einheitliche Europäische Nivellementsnetz (französisch: REUN, englisch: UELN).

Höhen- oder Tiefenangaben in Seekarten beziehen sich auf ein besonderes Seekartennull.

Im Gegensatz zu den physikalisch definierten Höhen werden mittels Satelliten primär ellipsoidische Höhen gewonnen. Diese weichen meist deutlich von den anderen Höhenangaben ab.

Messtischblatt (German sheet line):

Der Name basiert auf dem ursprünglichen Aufnahmeverfahren von topographischen Karten im Gelände mittels Messtisch und Kippregel. Die noch heute in Deutschland genutzten Messtischblätter (topographische Karte im Maßstab 1 : 25.000, TK 25) haben ihren Ursprung in der preußischen Landesaufnahme Ende des 19., Anfang des 20. Jahrhunderts.

Die Begrenzung der Karten (Blattschnitt) erfolgt durch ganzzahlige Breiten- und Längenkreise. Dabei ist ein Kartenblatt 10 Längeminuten breit und 6 Breitenminuten hoch, in der Mitte Deutschlands ist der dargestellte Bereich somit ca. 11 mal 11 Kilometer groß. Als Referenz wurde das Bessel-Ellipsoid genutzt.

Anfangs wurden die Messtischblätter zeilenweise von West nach Ost im Norden beginnend fortlaufend durchnummeriert. Seit 1937 erfolgt die Blattbezeichnung mit vierstelligen Nummern. Die zwei führenden Stellen entsprechen der Zeile der Blätter, die von Nord nach Süd durchnummeriert wird. Andererseits entsprechen die beiden letzten Stellen der Spalte der Blätter, die von West nach Ost durchnummeriert wird. Darüber hinaus

können die Blätter auch durch einen Ortsnamen bezeichnet werden.

2.2 Satellitennavigationssysteme

Ab 1958 wurde in den USA das Satellitennavigationssystem Transit/NNSS entwickelt, das 1964 in Betrieb ging. Es ist seit 1996 als Navigationssystem außer Betrieb und wurde bis 1999 für andere Zwecke weiter genutzt. Bei Transit handelte es sich um den Vorgänger des heutigen GPS.

1973 begann die Entwicklung des Globalen Positionierung-Systems GPS (NAVSTAR Global Positioning System). Betrieben wird es durch das Verteidigungsministerium der USA. Seit 1995 kann das System vollständig genutzt werden. Für die zivile Nutzung steht nur eine verminderte Genauigkeit zur Verfügung, der Betreiber gibt momentan eine horizontale Positionsabweichung kleiner als ca. 15 m (Radius) in 95 % aller Messungen an. Vertikal liegt die entsprechende Abweichung bei 35 m. Geplante Systemerneuerungen werden auch im zivilen Bereich zur Verbesserung der Genauigkeit führen. Bereits jetzt existieren verschiedene Techniken zur Genauigkeitssteigerung, die aber entweder Zusatzhardware erfordern, Geld kosten oder nicht überall verfügbar sind (z. B. DGPS, WAAS, EGNOS).

Vom russischen Verteidigungsministerium wird das Satellitennavigationssystem GLONASS (GLObalnaya NAvigatsionnaya Sputnikovaya Sistema) betrieben. Gestartet wurde es von der früheren UdSSR (Entwicklung seit 1972, Betrieb seit 1993). Ab 2007 soll auch die zivile Nutzung möglich sein. Der Ausbau für eine weltweite Abdeckung ist geplant.

Darüber hinaus gibt es noch weitere Alternativen, die aber entweder sehr ungenau, noch in Entwicklung oder auf bestimmte geografische Gebiete beschränkt sind bzw. andere Systeme mitnutzen (z. B. Euteltracs – Europa, MTSAT – Japan, COMPASS/Beidou – China).

Seit 2001/2002 entwickelt die Europäische Union in Zusammenarbeit mit der Europäischen Weltraumorganisation das europäische Programm für weltweite Navigationsdienste – Galileo. Der Einsatzbeginn wurde bereits mehrfach verschoben, momentan ist von 2013 die Rede. Auch bei Galileo wird es verschiedene Dienstkategorien geben. Der für alle kostenlos nutzbare Allgemeine Dienst (open service) soll bei der Nutzung eines einzelnen Frequenzbandes allerdings nicht wesentlich genauer als momentan das zivile GPS-Signal sein. Bei Nutzung von Zweifrequenzempfängern sind horizontal 4 m, vertikal 8 m Genauigkeit spezifiziert.

2.3 Satellitenempfänger

Noch 1995 gab es kein erwähnenswertes Angebot an Navigationsgeräten für die allgemeine Anwendung, sondern fast nur Profigeräte für den Einsatz in Militär, Vermessungswesen usw. Inzwischen ist die Palette der für die hier besprochenen Zwecke verwendbaren Emp-

fanggeräte je nach Anforderungen und Ansprüchen sehr groß, ja fast unüberschaubar geworden.

So finden sich Satellitennavigationsfunktionen jetzt sogar in Uhren, Mobiltelefonen und Fotoapparaten wieder. Letztere werden mit internem oder externem Empfangsteil angeboten. Damit ist das Speichern von Koordinaten direkt in den aufgenommenen digitalen Bildern möglich. Das ist günstig für die Zuordnung von Habitaufnahmen zu Fundpunkten. Außer bei speziellen Geräten geht die Funktionalität aber nicht über die Ermittlung bzw. Anzeige der Koordinaten hinaus.

Bei Fahrzeugnavigationsgeräten gibt es fest eingebaute oder transportable Varianten, die zumeist auch die Positionsdaten anzeigen können. Insbesondere die fest eingebauten Geräte sind aber zur Ermittlung von Fundortkoordinaten nur bedingt brauchbar, die jeweilige Lokalität müsste dafür schon mit dem Fahrzeug erreichbar sein.

Seit mehreren Jahren kommen verstärkt GPS-„Mäuse“ und -Logger auf den Markt. Diese haben oftmals keine eigene Koordinatenanzeige, letztere können die Daten aber in einem internen Speicher ablegen. Entweder erfolgt der Einsatz autark oder als Empfänger für ein anderes Gerät. Die Datenübertragung findet über Funk- oder Kabelanbindung statt. Vorteile sind die geringe Größe und die empfangsgünstige Positionierbarkeit.

Transportable Computer lassen sich mit Empfangsteilen für Satellitennavigation erweitern und bieten optimale Voraussetzungen für die Arbeit mit allen Formen digitaler Karten. Für die verschiedensten Einsatzzwecke stehen Programme zur Verfügung. Probleme ergeben sich bei Transport und Stromversorgung sowie durch die Empfindlichkeit der Computer.

Eine wesentlich kleinere Variante stellen PDA- und ähnliche Lösungen dar. Diese verfügen entweder schon über eine integrierte Antenne oder benötigen ebenfalls ein externes Empfangsteil für die Navigationssatelliten. Je nach Bildschirmgröße lassen sich die verschiedenen Karten, auch topografische, mehr oder weniger gut nutzen. Das sonstige Softwareangebot deckt gleichfalls viele Anwendungsfälle ab. PDAs usw. sind selten für die Nutzung unter harten Außenbedingungen tauglich. Ohne Nachladen bzw. Ersatzakkumulator beträgt die Betriebsdauer oftmals nur wenige Stunden.

Die klassischen Navigationshandgeräte sind überwiegend für den rauen Geländeeinsatz geeignet. Früher boten viele nur eine Textanzeige, inzwischen ist oft eine zusätzliche Vektor-Kartendarstellung möglich. Sie sind konfigurierbar, können Daten speichern und diese an einen PC übertragen. Gemeinsam mit PDA- und ähnlichen Lösungen sind die Handgeräte am flexibelsten und daher für entomologische Zwecke besonders tauglich. Aktuelle Geräte haben mit einem Batteriesatz eine Betriebsdauer von deutlich über 10 Stunden. Da im Normalfall Standardbatterien zum Einsatz kommen, lässt sich diese Zeit leicht verlängern.

Grundvoraussetzungen zur Anwendung eines Gerätes für die Ermittlung von Fundortpositionen sind die vollständige Koordinatenanzeige und die Kenntnis des Kartendatums. Je nach Einsatzzweck ist die Begrenzung der Betriebsdauer durch die Stromversorgung zu beachten. Vor etwa 10 Jahren wurde die 12-Kanal-Technik bei GPS-Empfängern eingeführt. Damit kann die entsprechende Anzahl an Navigationssatelliten gleichzeitig empfangen werden. In der Zwischenzeit wurde die Kanalanzahl noch gesteigert. Das bringt Geschwindigkeits- und Genauigkeitsvorteile. Auch die Empfangsempfindlichkeit hat sich durch den Einsatz von GPS-Chipsätzen wie SiRFStarII, MediaTek MT3 (MTK) oder Atmel Antaris4 mittlerweile wesentlich verbessert. Damit können noch Empfangsergebnisse erzielt werden, wo alte Empfänger ohne diese Technik längst versagen. In Zukunft zeichnet sich die gleichzeitige Nutzung mehrerer Satellitennavigationssysteme innerhalb eines Empfängers ab. Dadurch könnten sich dann zumindest teilweise noch auftretende Empfangsprobleme beheben und Abweichungen verringern lassen.

Verschiedene Geräte und PC-Software einschließlich Kartenprogrammen stellt SCHÖNFELD (2005b) vor.

3. Systembedingte Gründe für Ungenauigkeiten bei der Positionsbestimmung mittels Satellitennavigation

Ein entscheidender Punkt für die Genauigkeit der Positionsbestimmung ist neben der Anzahl der empfangenen Satelliten deren Verteilung an der Himmelskuppel (Satellitengeometrie). Nur wenn die Satelliten relativ weit auseinander liegen und gleichmäßig verteilt sind, ist die horizontale Genauigkeit hoch. In Gebieten mit enger Geländestruktur wie in Bergtälern, Wäldern oder in Ortschaften (insbesondere mit Hochhäusern) liegen die dann durch die Abschattung noch empfangbaren Satelliten eng beieinander oder gar in einer Linie. In solchen Situationen ist zwar oftmals eine Positionsbestimmung möglich, deren Genauigkeit wird wegen der schlechten Satellitenverteilung am Himmel allerdings nicht besonders hoch sein. Der entstehende Fehler kann durchaus weit über 100 m liegen. Befinden sich die Satelliten dagegen zu nah am Horizont, sinkt wiederum die vertikale Genauigkeit (Höhe) oder die Satelliten sind gar nicht empfangbar.

Aufgrund der ständigen Lageänderung der Satelliten am Himmel ist es möglich, dass am gleichen Ort zu unterschiedlichen Zeiten eine unterschiedliche Qualität der Positionsermittlung erreicht wird. Je näher man den Polen kommt, desto öfter ist eine ungünstige Satellitengeometrie anzutreffen.

Die bisher genannten Punkte werden von vielen Empfängern beurteilt und empfängerabhängig zum einen als eine Kennzahl für die Präzision (DOP, dilution of precision), zum anderen als voraussichtlicher Positionsfehler (EPE, estimated position error) angezeigt.

Nutzung oder gar Vergleich dieser Werte sind aufgrund unbekannter und zwischen verschiedenen Gerätetypen abweichender Berechnungsverfahren schwierig. Auch kann der Positionsfehler als Radius oder Durchmesser angegeben sein. Andererseits sind dies meist die einzigen Angaben, die der Satellitenempfänger zur Verfügung stellt. Und für ein und dasselbe Gerät ermöglichen die Werte zumindest grob Vergleich und Beurteilung unterschiedlicher Empfangssituationen. Zu beachten ist in diesem Zusammenhang weiterhin, dass es Empfänger gibt, die auch nach völligem Signalverlust für kurze Zeit eine Position interpolieren. Diese ist dann natürlich mehr oder weniger fehlerhaft.

Vor dem 02.05.2000 wurden die GPS-Satellitensignale für die zivile Nutzung grundsätzlich künstlich verschlechtert (selective availability). Durch diesen sich ständig ändernden Störfaktor war auch die ermittelte Position einer ständigen Änderung unterzogen und lag in einem Kreis von etwa 200 m Durchmesser. Die Höhenangaben waren noch stärker betroffen. Ob diese Signalverschlechterung jemals wieder aktiviert wird, ist offen.

Weitere Fehlerquellen für die Positionsbestimmung können unterschiedlich auf die Satelliten wirkende Erdanziehungskräfte sowie Gravitationskräfte der Sonne, Mehrwegeempfang aufgrund Reflexion, unkontrollierte Beugung der Signale beim Durchdringen der unterschiedlichen Luftschichten, Uhrenungenauigkeiten und Rundungsfehler sein. Diese Fehler liegen einzeln im Bereich weniger Meter und sind unvorhersehbar. Auch starke Ausbrüche auf der Sonne sind imstande, Navigationssatelliten zu stören.

Da GPS-Signale sehr schwach sind, können sie leicht durch Störsender beeinflusst werden. Es sollen Sender mit Reichweiten von nur wenigen bis hin zu 1000 km existieren. Darüber hinaus ist noch das Fälschen der Signale möglich. Für das zivile GPS-Signal gibt es momentan keine Funktion zur Integritätsprüfung. Eine solche ist auch für den Allgemeinen Dienst des Galileo-Systems nicht geplant.

4. Problemfelder der Funddatenermittlung mittels Satellitennavigation

4.1 Horizontale Positionsangaben

Beispiel: Bei einer Entomologie-Tagung in Mitteleuropa sammelt ein japanischer Teilnehmer direkt auf einem Berggipfel eine alpine Art und speichert die Koordinaten mittels Satellitenempfänger bei sehr gutem Empfang. Zurück am Tagungsort geben die mitteleuropäischen Kollegen diese Koordinaten in ein Kartendarstellungsprogramm auf ihrem Computer ein. Hier liegt aber plötzlich der Fundort fast einen Kilometer vom Gipfel entfernt in einem Bachtal.

Das gleiche Problem kann auch bei der Arbeit mit Papierkarten entstehen. Es tritt mehr oder weniger stark immer dann auf, wenn nicht nur ausschließlich ein ein-

ziges Medium (Karte, Empfänger, Computerprogramme) genutzt wird und es zwischen den Medien Unterschiede im genutzten Kartendatum gibt. Im obigen Beispiel hatte der japanische Teilnehmer in seinem Satellitenempfänger ein japanisches, die mitteleuropäischen Kollegen in ihrem Programm ein europäisches Kartendatum eingestellt. Entweder hätte der Satellitenempfänger vor der Erfassung auf das gleiche Kartendatum wie das Programm eingestellt werden müssen. Oder wenn die Positionserfassung wie im konkreten Fall bereits erfolgt ist, hätte vor der Koordinateingabe entweder das Programm auf das im Satellitenempfänger bei der Erfassung genutzte Kartendatum eingestellt werden oder das Umrechnen der Koordinaten auf das Programm-Kartendatum erfolgen müssen. Für die unterschiedlichen Umrechnungen sind diverse Computerprogramme verfügbar.

In ungünstigen Fällen kann der durch Nichtbeachtung der Übereinstimmung des Kartendatums entstandene Fehler über 1 km liegen! Selbst bei der Nutzung verschiedener für Mitteleuropa/Europa entwickelter Kartendaten können für einen Fundpunkt in Mitteleuropa Abweichungen von über 100 m von der tatsächlichen Lage in alle Himmelsrichtungen auftreten. Bei der Arbeit mit Karten (Papier und Computer) kommen dazu noch weitere Effekte wie z. B. durch Generalisierung (Vereinfachung usw., da nicht alles in der Realität vorhandene exakt in einer Karte dargestellt werden kann) oder Verbreiterung (so erreicht eine Straße bei einem Maßstab 1:100000 etwa das Fünfzehnfache ihrer natürlichen Breite).

Überträgt man Fundortpositionen in Messtischblätter, ist auch dabei unbedingt das Kartendatum zu beachten. Hier wird gegebenenfalls genauso das Umrechnen der Koordinaten in das Bezugssystem des Messtischblattes erforderlich, um die korrekte Darstellung zu gewährleisten. Bei der Nutzung von Computerprogrammen zur Erzeugung von Messtischblatt-Verbreitungskarten sind die Koordinaten in dem von der Software geforderten Kartendatum einzugeben. Für die richtige Abbildung innerhalb der Messtischblattbereiche muss dann nötigenfalls das Programm durch Umrechnung Sorge tragen.

Liest man in einer Publikation geografische Koordinaten, vermutet man zunächst dahinter sehr genaue Angaben. Überträgt man die Koordinaten dann in eine Karte, ergeben sich plötzlich Fragen. Beispiel: Die Fundortposition für ein laut Etikett an einem Flussufer gesammeltes Insekt liegt nach Übertragung in eine Karte mehrere Kilometer entfernt auf einem Parkplatz.

Im konkreten Fall wurde einer der modernsten Satellitenempfänger genutzt und bei der Erfassung herrschten optimale Empfangsbedingungen. Auch das Kartendatum ist angegeben und stimmt mit dem der Karte überein. Die Genauigkeit der Position sollte also im Meterbereich liegen.

Das trifft in diesem Fall sicher auch zu. Der Sammler hat die Position allerdings nicht am tatsächlichen Fundort, sondern erst nach der Rückkehr am Parkplatz ermittelt. Bei der Darstellung auf einer Weltkarte spielt das (wie auch ein falsches oder fehlendes Kartendatum) vielleicht keine große Rolle. Trotzdem sind damit die veröffentlichten Fundortkoordinaten aus wissenschaftlicher Sicht nicht korrekt. Der Angabe hätte zumindest der Zusatz beigefügt werden müssen, dass sich der tatsächliche Fundort um die mehreren Kilometer entfernt in einer bestimmten Himmelsrichtung befindet. Noch besser wäre natürlich die direkte Koordinatenaufnahme am Fundort gewesen.

Durch die Forderung nach genauesten Funddaten ergibt sich noch ein weiteres Problemfeld. Sammelte man früher an mehreren nahe gelegenen Stellen, stand auf dem Fundortetikett einfach der Name des Bezugsortes, eventuell ergänzt um eine genauere Fundortbezeichnung. Jetzt müsste optimalerweise für jede einzelne Stelle das Sammelgut getrennt und dazu mittels Satellitenempfänger die Position ermittelt werden.

Ist dies nicht möglich, bieten sich zwei Lösungen an. Liegen alle Sammelstellen um einen Mittelpunkt, können dessen Koordinaten ermittelt werden. Dazu wird der Radius des Umkreises beziffert, in dem die gesammelten Stellen liegen. Bewegt man sich z. B. entlang eines Weges oder Flusses, können die Positionen der ersten und der letzten Sammelstelle festgehalten werden. In beiden Fällen sind neben der gewünschten Genauigkeit der Fundortposition natürlich weitere Rahmenbedingungen zu beachten. So sollte sich der gewählte Umkreis nicht über unterschiedliche Habitate oder die Wegstrecke nicht über größere Höhenbereiche erstrecken. Und je größer das so erfasste Gebiet ist, desto höher liegt wiederum die Wahrscheinlichkeit, dass es mehrere Messtischblätter, Verwaltungseinheiten oder andere Strukturen überschneiden kann.

Immer jedoch sollte die Wiedergabe der abgelesenen Koordinaten vollständig wie vom Gerät angezeigt erfolgen, ergänzt um Fehlerwert(e), Kartendatum und Angaben zur Ermittlung der Koordinaten (Gerätetyp des Satellitenempfängers/Entnahme aus einer Karte mit Bezeichnung und Maßstab). Auch die Kennzeichnung der Lage im Grad- bzw. Gitternetz ist wichtig (nördliche Breite: n.Br. bzw. N; südliche Breite: s.Br. bzw. S; östliche Länge: ö.L. bzw. E; westliche Länge: w.L. bzw. W oder Gitterwerte). Das mögliche Aussehen eines Zusatzticketts mit Koordinaten zeigt Abb. 3.

**Geogr. Koordinaten der
Sammelstelle:**
N 50° 52' 58,2''
E 010° 49' 54,4'' WGS84
Positionsgenauigkeit ± 8 m
Gerät: Garmin GPSmap 76CSx

Abb. 3: Beispiel für ein Zusatzetikett mit geografischer Koordinate in Grad (zugehöriges Fundortetikett siehe Abb. 2).

Zur Verdeutlichung der Abweichungen bei unterschiedlichem Kartendatum: Mit „Potsdam Datum“ statt WGS84 hat die gleiche Sammelstelle der Abb. 3 folgende Koordinaten: N 50° 53' 02,8'', E 010° 49' 58,9''

Wenn einmal Koordinaten bzw. Funddaten gar nicht passen, kann die Ursache auch darin bestehen, dass Orte, Seen, Flüsse usw. umverlegt wurden. Hier ist z. B. der Umzug von Orten aufgrund der Ausbreitung von Kohletagebauten zu nennen. Oft haben Orte an der neuen Stelle den gleichen Namen erhalten. Nach einer alten Sage hat sogar einmal ein Insekt den Umzug eines Ortes ausgelöst. Vor vielen hundert Jahren soll das heutige Brekendorf (Schleswig-Holstein) aufgrund einer Ameisenplage von seinen Einwohnern verlegt worden sein und hat daher jetzt eine Ameise im Wappen (mündliche Mitteilung Gemeinde Brekendorf). Problematisch für das Auffinden von Funddaten können auch Umbenennungen, Eingemeindungen o. Ä. sein. Die Punkte dieses Absatzes haben nicht direkt etwas mit der Satellitennavigation zu tun, sind aber gegebenenfalls mit in Betracht zu ziehen.

4.2 Höhenangaben

Zunehmend werden auf Fundortetiketten auch Höhenangaben gemacht. Aber schon mit einem barometrischen Höhenmesser kann die Höhenbestimmung schwierig sein. Das Messgerät muss immer wieder geeicht werden. Bei starken Wetteränderungen sind die Angaben nicht zu gebrauchen. Gleiches trifft auf Navigationsgeräte mit barometrischer Höhenmessung zu.

Wird dagegen die aus den Satellitendaten berechnete Höhe benutzt, gibt es andere Probleme. Die Länder haben für ihre Landkarten verschiedene Höhenbezugspunkte (Pegel). Navigationsgeräte dagegen können nur von mathematisch berechneten Höhen ausgehen. Dafür gibt es wiederum verschiedene Möglichkeiten. Welches Verfahren in einem speziellen Gerät eingesetzt wird und ob danach noch Korrekturrechnungen erfolgen, ist meist unbekannt.

Es bleibt also auch bei Nutzung der „Satelliten-Höhe“ nur der Vergleich mit bekannten Eichpunkten und die Berechnung der Differenz, die dann im näheren Umfeld des Referenzpunktes angewendet werden kann.

4.3 Himmelsrichtungsangaben

Ein Navigationsgerät ist kein Kompass. Für die korrekte Richtungsanzeige muss man sich über eine längere Strecke bewegen. Die Ausnahme bilden Geräte mit eingebautem elektronischen Kompass. Diese können die Himmelsrichtung auch im Stand bestimmen. Der elektronische Kompass muss nach jedem Batteriewechsel kalibriert werden.

Es existieren drei verschiedene Nordrichtungen:

Geografisch-Nord: entspricht dem Nordpol und ist die einzige authentische Nordrichtung (true north),

Magnetisch-Nord: zum Magnetpol zeigt die Magnetnadel des Kompasses (magnetic north),

Gitter-Nord: entspricht der Richtung, in der die Nord-Süd-Linien des verwendeten Koordinatengitters zum oberen Kartenrand zeigen (grid north).

Die Differenz zwischen Geografisch-Nord und Magnetisch-Nord wird als Missweisung (Deklination) bezeichnet. In Deutschland liegt die Missweisung derzeit unter 1° und ist damit praktisch vernachlässigbar.

Weltweit unterliegt die Missweisung starken Schwankungen. In Mitteleuropa liegt sie noch unter 5°. In Nordeuropa werden regional schon Werte über 20° erreicht. Auf anderen Kontinenten sind die Auswirkungen noch stärker. Aufgrund der ständigen Wanderung des Magnetpols und örtlichen Schwankungen des Erdmagnetfeldes ergibt sich auch über die Zeit eine ständige Änderung der Missweisung.

Nur beim geografischen Gradnetz mit Angabe von Breite und Länge stimmen Geografisch-Nord und Gitter-Nord überein. Bei Gitter-Systemen ist das nur ausnahmsweise an ganz bestimmten Stellen des Gitters (am Zentralmeridian) so.

Die Satellitenempfänger bieten zumeist verschiedene Einstellmöglichkeiten für die Nordrichtung. Wichtig sind diese bei der Ermittlung von Himmelsrichtungen oder der Zusammenarbeit mit Karte und Kompass. Landkarten sind üblicherweise nach Geografisch-Nord ausgerichtet.

5. Schlussfolgerungen

Auf dem Fundortetikett sollten nicht ausschließlich Koordinaten angegeben werden, sondern nach wie vor auch die klassischen Daten wie Land, Provinz, Bezugsort usw. Das erleichtert die Arbeit mit dem Material ungemein. Reicht der Platz nicht aus, empfiehlt sich der Einsatz von zusätzlichen Etiketten.

Insbesondere in dünn besiedelten Gebieten oder solchen mit einer großen Ausdehnung bringen die für die Sammelstellen erfassten geografischen Koordinaten einen großen Nutzen für die Nachvollziehbarkeit der Örtlichkeiten. Aber auch in dicht besiedelten Gegenden kann damit das Wiederauffinden von Fundpunkten wesentlich begünstigt und das Verwechseln von Fundorten (z. B. bei identischen Ortsnamen in unterschiedlichen Gebieten) vermieden werden. Und für bestimmte

Bereiche (Naturschutz, Gutachten usw.) sind genaueste Angaben inzwischen fast unabdingbar geworden, während sie für arealbezogene Fragen oftmals nicht unbedingt erforderlich sind. Das Erstellen von Verbreitungskarten, sowohl mit lokalem als auch mit großräumigerem Bezug, kann aber durch vorhandene korrekte Koordinatenangaben wesentlich erleichtert werden.

Sollen Positionsangaben mittels Satellitennavigation ermittelt werden, ist die „freie Sicht“ des Gerätes zum Himmel erste Voraussetzung für guten Signalempfang. Die Genauigkeit der Messung hängt von verschiedenen Faktoren ab. Fehlfunktionen oder sonstige Beeinflussungen sind am Empfänger zumeist nicht erkennbar. Trotz aller moderner Satellitentechnik empfiehlt es sich daher, die Stimmigkeit damit ermittelter Daten anhand von Kartenmaterial zu verifizieren. Auf dem Fundortetikett sollte wenigstens ein vom Gerät angezeigter Fehlerwert (z. B. Positionsfehler, EPE) und der Gerätetyp, mit dem die Messung erfolgte, angegeben werden.

Höhenangaben sind prinzipbedingt wesentlich ungenauer als horizontale Positionsangaben. Je nach Gerätetyp wird die Höhe auch noch umgerechnet. Der Vergleich mit bekannten Referenzpunkten ist daher sowohl bei barometrischer als auch satellitengestützter Messung notwendig.

Insgesamt sind mit Satellitennavigation zumeist relativ gute Fundortpositionsermittlungen möglich, dazu ist aber der Empfang von mindestens vier Satelliten Voraussetzung. Drei würden zwar theoretisch für eine sogenannte 2D-Positionsbestimmung reichen, die so ermittelten Positionen sind aber oft recht ungenau und die satellitengestützte Höhenangabe ist praktisch unbrauchbar und darf dann natürlich nicht verwendet werden. Unter Umständen kann das Eingeben der tatsächlichen Höhe in solchen Fällen die Positionsbestimmung verbessern. Ziel sollte aber möglichst immer eine 3D-Positionsbestimmung sein.

Trotzdem kann es ebenfalls mit vier oder mehr Satelliten zu mehr oder weniger großen Abweichungen kommen. Zum Ausgleich bestimmter Effekte sollten Messungen immer über einen längeren Zeitraum (mehrere Minuten) erfolgen, insbesondere auch nach stunden- oder tagelanger Ausschaltzeit des Gerätes oder nach einem größeren Ortswechsel. Optimal ist die Koordinatenaufnahme im Stillstand mit einem auf maximale Aktualisierungsrate der Satellitensignale konfigurierten Empfänger.

Eine günstige Satellitenverteilung ist vorteilhaft, außer durch Abwarten aber nicht durch den Nutzer beeinflussbar. Zur Beurteilung der Empfangssituation dient die Satellitenstatusseite des Navigationsgerätes (Abb. 4 und 5). Manchmal reicht schon ein Über-Kopf-Halten des Gerätes, um den Empfang zu verbessern. Aktuelle, besonders empfindliche GPS-Empfänger liefern inzwischen meist auch in Wäldern noch gute Ergebnisse. Bei

älteren Empfängern oder in extremen Situationen wie im dichten Urwald hilft aber nach wie vor nur das Klettern auf einen Baum oder der Einsatz einer (möglichst Aktiv-)Zusatzantenne, die dann mittels einer Stange in die Höhe gehoben wird. Solche externen Antennen, die auch sonst den Empfang verbessern können, lassen sich aber nur an Geräten mit vorhandener Anschlussmöglichkeit nutzen. Auf Empfangsprobleme durch Abschattung z. B. in engen Gebirgstälern lässt sich dagegen kaum Einfluss nehmen.

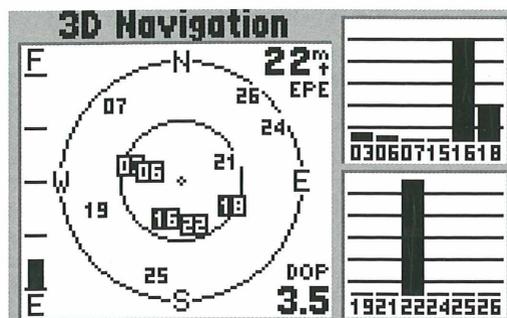


Abb. 4: Relativ schlechte Empfangssituation in einer engen Gebirgsschlucht. Für die Positionsbestimmung können nur die direkt über der Schlucht stehenden Satelliten genutzt werden, die anderen sind aufgrund Abschattung nicht empfangbar. (Satellitenstatusseite eines Gerätes Garmin GPS III).

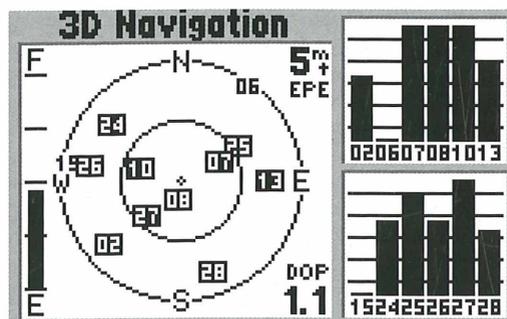


Abb. 5: Sehr gute Empfangssituation auf einer ebenen, freien Fläche mit fast optimaler Verteilung der empfangenen Satelliten. (Satellitenstatusseite eines Gerätes Garmin GPS III).

Allein die systembedingten Abweichungen können im Bereich von wenigen Metern bis zu mehreren hundert Metern liegen. Um weitere Fehlerquellen zu vermeiden, muss die ermittelte Position stets vollständig in eindeutiger Schreibweise und mit dem zur Ermittlung genutzten Kartendatum wiedergegeben werden. Für die Fundortkoordinaten sollten nach Möglichkeit Gradangaben gewählt werden. Von praktisch allen GPS-Empfängern und vielen aktuellen Computer-Kartenprogrammen wird das weltweit einsetzbare Kartendatum WGS84 unterstützt. Daher empfiehlt sich so weit möglich dessen Nutzung.

Werden für ein Projekt mehrere Positionen aus unterschiedlichen Karten oder mit Satellitennavigation ermittelt, ist darauf zu achten, dass alle Koordinatengaben auf dem gleichen Kartendatum basieren oder in ein solches umgerechnet werden müssen. Entsprechendes gilt für die Darstellung geografischer Positionen in einer Karte, deren Bezugssystem dann als Basis zu nutzen ist. Darüber hinaus wird die Arbeit noch durch ein einheitliches Positionsformat wesentlich erleichtert. Leider gibt es bei den unterschiedlichen Navigationsgeräten bei der Anzeige der Koordinaten usw. keine Einheitlichkeit.

Bei Satellitenempfängern lassen sich Positionsformat und Kartendatum üblicherweise über das Aufrufen des Hauptmenüs in einem der Bereiche „Setup“, „Position“ oder „Einheiten“ finden bzw. ändern. Bei PC-Programmen erfolgt dies oft in den (Vor-)Einstellungen/Optionen für das Koordinatensystem. Ist auf einer topografischen Karte kein Kartendatum vermerkt, hilft nur Nachfragen beim Herausgeber, um sicher zu sein.

Die Aussagen erfolgten am Beispiel der Entomologie, treffen aber natürlich auf alle anderen Gebiete genauso zu.

Weitere Darstellungen zu Funktion der Satellitennavigationssysteme, Navigation an sich und Arbeit mit Karten bieten z. B. FELLER (2005), KLAWITTER (2006) oder SCHÖNFELD (2005a). Umfangreiche Informationen liefern auch verschiedene Vermessungsämter.

6. Danksagung

Frau BECKER wird für Recherchen und Hinweise zu Genauigkeitsangaben, den Herren HARTMANN, SCHÜLKE, SCHULZE und UHLIG für Unterstützung mit Literatur sowie verschiedenen Entomologen für Gespräche zum Thema herzlichst gedankt! Die Herren LEIDHOLDT und UHLIG gaben dankenswerterweise Hinweise zum Manuskript.

Literatur

- BICKHARDT, H. (1910): Ueber Fundortangabe. – Entomologische Blätter 6: 18-20.
- COOTER, J. & BARCLAY, M. V. L. (2006): A Coleopterist's Handbook. – The Amateur Entomologist, Orpington.
- FELLER, M. (2005): Auf Tour mit dem GPS-Empfänger. – KOMPASS, Rum/Innsbruck.
- FRANZ, H. (1931): Aus der Praxis des Käfersammlers. XVIII. Richtlinien für das Sammeln nach modernen tiergeographisch-ökologischen Gesichtspunkten. – Koleopterologische Rundschau 17 (6): 224-231.
- FREUDE, H.; HARDE, K. W. & LOHSE, G. A. (1965): Die Käfer Mitteleuropas, Band 1. – Goecke & Evers, Krefeld.
- HAKE, G.; GRÜNREICH, D. & MENG, L. (2002): Kartographie. – Walter de Gruyter, Berlin, New York.
- HARTMANN, M. (2008): Vom Aufsammeln zum Mitteilen: Kennzeichnung, Datenerfassung und Publikation von Insekten aus der Sicht eines Museumsentomologen. – Mitteilungen des Thüringer Entomologenverbands 15 (1): 8-15.
- KLAUSNITZER, B. (2002): Genauigkeit der Etikettierung unerlässliche Voraussetzung für die Bearbeitung der „ENTOMOFAUNA SAXONICA“. – Mitteilungen Sächsischer Entomologen 58: 25-26.

- KLAWITTER, G. (2006): Funknavigationsverfahren. Verlag für Technik und Handwerk, Baden-Baden.
- LANG, H. (2008): Deutschlands Vermessungs- und Kartenwesen. – Schütze, Engler & Weber, Dresden.
- REITTER, E. (1908): Fauna Germanica. I. Band. K. G. Lutz, Stuttgart.
- RÜSCHKAMP, F. (1930): Aus der Praxis des Käfersammlers. XV. Einige Worte über Präparation, Bezettelung und Kartei im Dienste der Insektenkunde. – Koleopterologische Rundschau 16 (5): 165-171.
- SCHÖNFELD, R. (2005a): Das GPS-Handbuch - GPS-Handgeräte in der Praxis, Band 1: Grundlagen, Basis-Funktionen, Navigation und Orientierung, Karten. – Monsenstein und Vannerdat, Münster.
- SCHÖNFELD, R. (2005b): Das GPS-Handbuch - GPS-Handgeräte in der Praxis, Band 2: PC-Software, sowie digitale Karten, GPS-Empfänger der Fa. Garmin. – Monsenstein und Vannerdat, Münster.
- SCHULZE, J. (1981): Das Etikettieren von Insekten. – Novius 3: 29-30.
- SOKOLÁŘ, F. (1909): Ein Vorschlag an den ersten Entomologen-Kongress in Brüssel. – Entomologische Rundschau 26 (17): 100-101.

Manuskripteingang: 18.2.2009

Anschrift des Verfassers:
Volker Gollkowskí
Oststraße 8
D-08606 Oelsnitz i. V.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Entomologische Nachrichten und Berichte](#)

Jahr/Year: 2009

Band/Volume: [53](#)

Autor(en)/Author(s): Gollkowsi Volker

Artikel/Article: [Zur Fundortermittlung und -angabe unter besonderer Berücksichtigung der Satellitennavigation. 19-27](#)