

Archäologische Fundkartierung und Zeichnungs-Georeferenzierung mit QGIS

Armin Volkmann, Digital Humanities and Digital Cultural Heritage, Universität Heidelberg

Zusammenfassung:

Anhand von zahlreichen detaillierten Screenshots und begleitendem Text wird der praktische Gebrauch von QGIS in Bezug zu folgenden Punkten erklärt: 1.) Einbindung von bereits bestehenden Fundstellen- „Datenbanken“ (Excel-Tabellen) in das GIS, wie sie in vielen Institutionen vorliegen (S. 2ff.), 2.) Fundstellenkartierung in gebräuchlichen, regionalen Koordinatensystemen (S. 10ff., 22–23), 3.) Einbindung von WMS-Diensten als Hintergrundkartierungen (S. 13ff.) und 4.) Georeferenzierung von retrodigitalisierten Grabungsplänen (S. 33ff.).

Digital Cultural Heritage dient der Erfassung, Archivierung und Auswertung des digitalen Weltkulturerbes, wie beispielsweise von Bau- und Bodendenkmälern. Bodendenkmäler sind archäologische Befunde, die standardisiert nach genormten Richtlinien dokumentiert werden. Die Leser erlernen die Anwendung der archäologischen Befunddokumentation in ein GIS (Geografisches Informationssystem) mit der Open Source QuantumGIS. Spezielle Vorkenntnisse sind nicht erforderlich, wobei das Tutorial die wichtigsten Grundlagen in der praktischen Arbeit der Bodendenkmalpflege mit GIS im Zuge archäologischer Grabungen vermittelt. Es muss bei der Handhabung des Tutorials die Bereitschaft bestehen, sich in die verwendete Software und theoretischen Grundlagen weiterführend selbstständig einzuarbeiten (siehe Literatur im Anhang).

Einführung:

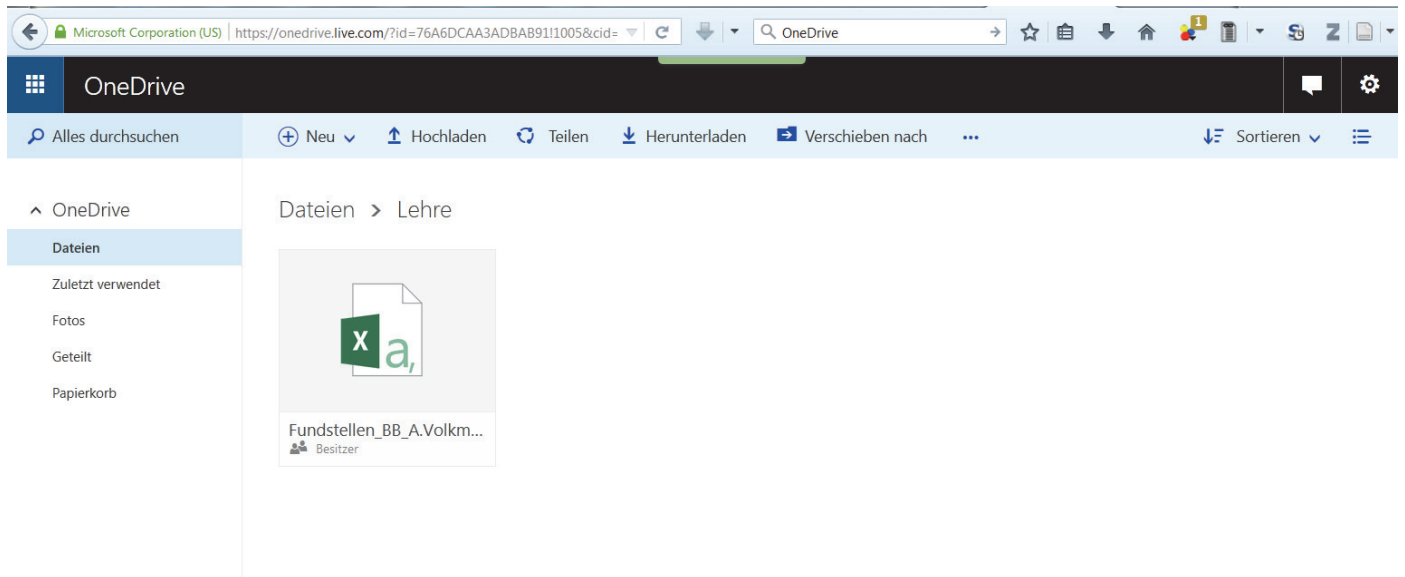
Für das Tutorial wurde die QGIS-Version 2.8.2 verwendet (<http://www.qgis.org/>). Prinzipiell ist das Tutorial aber auch für die aktuelle QGIS-Version 2.12 verwendbar. Jedoch kann es zu kleineren Abweichungen in der Anordnung der aufgeführten QGIS-Funktionen sowie zu Veränderungen in der Handhabung der aufgeführten Plug-Ins kommen. Des Weiteren sind grundlegende Systemvoraussetzungen (z.B. 32 oder 64bit) teilweise auch von Relevanz, die die praktische QGIS-Anwendung beeinflussen können. Darüber hinaus kann für die Verfügbarkeit und Stabilität der aufgeführten WMS-Dienste keine Gewähr übernommen werden, da sich diese sowohl in der URL als auch in den Lizenzbedingungen durchaus rasch ändern können. So geht es in diesem Tutorial primär darum, eine möglichst detaillierte Handhabung für den praktischen Einsatz der Open Source QGIS im Bereich der archäologischen Fundkartierung und Zeichnungs-Georeferenzierung zu erstellen, die dem grundlegenden Funktionsverständnis dient und somit eine möglichst problemlose Adaption auf eigene Systemvoraussetzungen der Hardware und verwendeten Software und spezifischen Netzwerkeinstellungen sowie Systemcodierungen für leicht divergierende QGIS-Versionen ermöglicht.

Im Tutorial werden didaktisch aufeinander aufbauend die ersten basalen Schritte mit der Software QGIS für Archäologen vermittelt. Die aktuelle Version von QGIS kann unter der im Literaturanhang angegebenen Webseite für das benötigte Betriebssystem heruntergeladen und installiert werden. Dort ist ebenfalls unter der Dokumentation ein hilfreiches Manual zu finden, das einen tieferen Einstieg in QGIS ermöglicht.

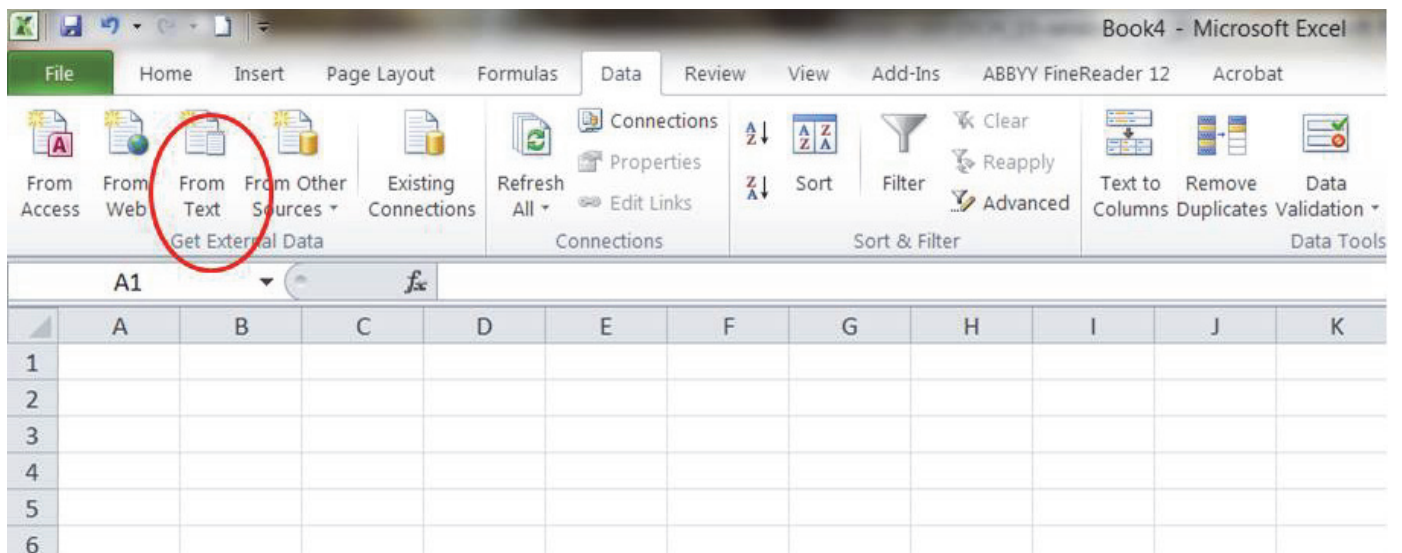
Im ersten Abschnitt wird anhand einer Excel-Tabelle, wie sie oft in den archäologischen Wissenschaften verwendet wird, der Export aus Excel und Import in QGIS veranschaulicht. Voraussetzung für eine solche Tabelle mit X- und Y-Koordinaten sind eindeutige raumbezogene Ortsangaben, wie beispielsweise das Zentrum eines Fundplatzes oder einzelne Befunde etc. D.h. eine Tabelle muss mindestens drei Spalten mit den Raumdaten enthalten, um kartiert werden zu können: 1.) eindeutiger Identifier mit ID (meist eine fortlaufende Nummerierung), 2.) X Koordinate Longitude und 3.) Y Koordinate Latitude (beide letztere in einem einheitlichen Koordinatensystem). Alle zusätzlichen Spalten enthalten ergänzende Informationen (der sogenannten Sachdaten), die nicht primär für die Kartierung notwendig sind, wie z.B. weitere Koordinatenpaare in einem anderen Raumbezugssystem oder aber auch weitere Angaben zum Fundort, zu Funden, zu Fundumständen etc. des jeweiligen Fundplatzes in der zusammenhängenden Tabellenspalte.

Nach der Fundstellenkartierung in QGIS werden weitere topografische Hintergrundkarten als Referenzbezüge via QGIS-Plug-Ins und WMS (Worldmap-Server) miteingebunden. Des Weiteren wird das Koordinaten-Transformieren und Kartieren in den in Deutschland gängigsten Koordinatensystemen (Gauß-Krüger, UTM und WGS84) angewandt, um Fehlkartierungen zu vermeiden. Im letzten Abschnitt wird exemplarisch eine archäologische Feldzeichnung georeferenziert. Aus dieser georeferenzierten Raster-Karte (aus einer zuvor eingescannten, d.h. retrodigitalisierten Feldzeichnung) können in einem interoperablem Format (z.B. GeoTiff) selektiv spezifische Informationen in einzelnen Layern als ebenso interoperable Vektor-Dateien (shape files) durch Umzeichnung zum „Volldigitalisat“ extrahiert werden, wie im letzten Abschnitt aufgezeigt wird.

1.) Einbindung von bereits bestehenden Fundstellenlisten (Excel-Tabellen)

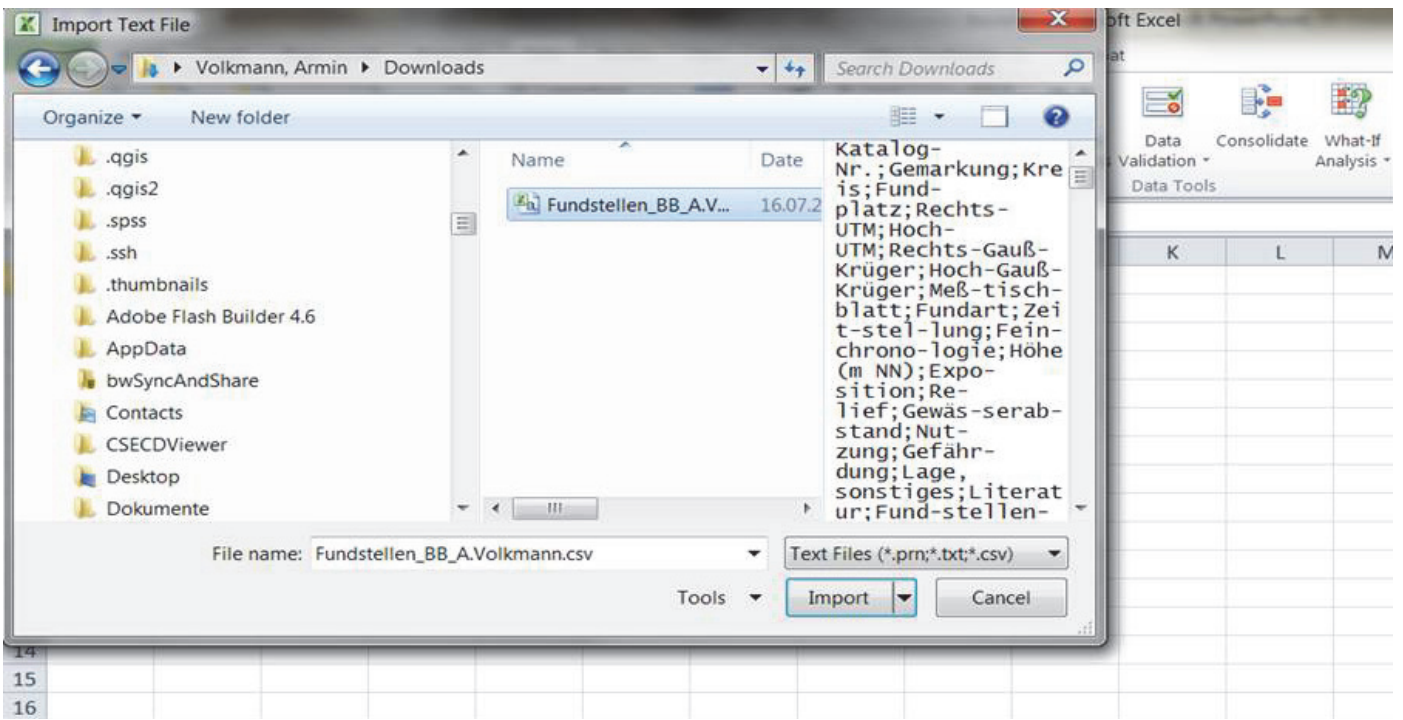


Für den Datenaustausch, wie z. B. eine Fundstellentabelle, eignen sich cloud-basierte Datenrepositorien, die oft kostenfrei verfügbar sind. Unpublizierte Daten sollten in solchen Repositorien jedoch nicht ungeschützt (unverschlüsselt) bereitgestellt werden, da mit dem Daten-upload teilweise die Urheberrechte abgegeben werden.

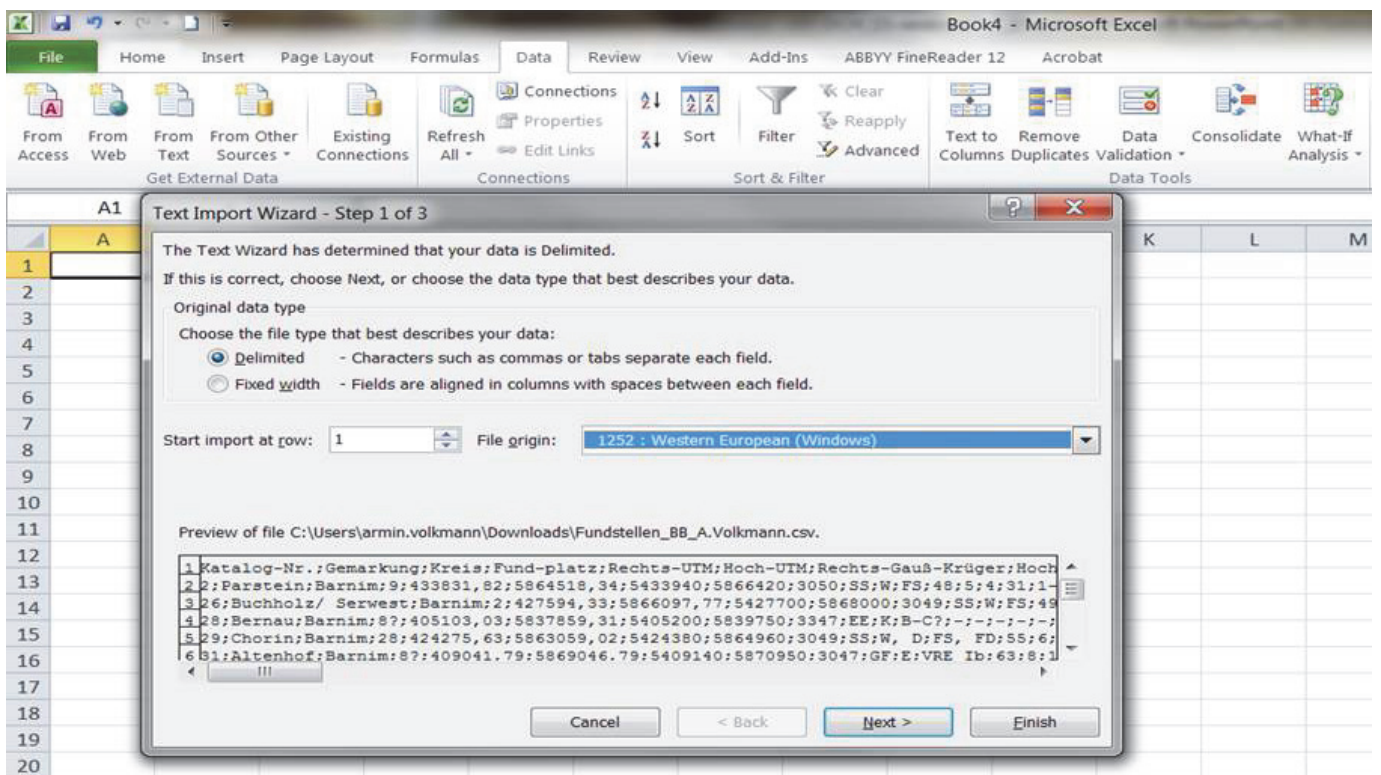


Mit Libre Office oder Microsoft Excel lassen sich sehr benutzerfreundlich archäologische Tabellen mit Raumbezug, d.h. mit den zu vorliegenden oder zu recherchierenden Koordinatenpaaren (X und Y) erstellen. Diese können im csv-Format (comma-separated values format) abgespeichert werden, das von QGIS importiert werden kann. Erhält man eine solche csv-Tabelle, so ist vor dem QGIS-Import immer zu prüfen, ob die Datei auch richtig formatiert für die folgende Kartierung vorliegt. Wird darauf nicht geachtet, werden unweigerlich Fehlkartierungen und/oder Datensatzfragmentierungen mit Datenverlust entstehen.

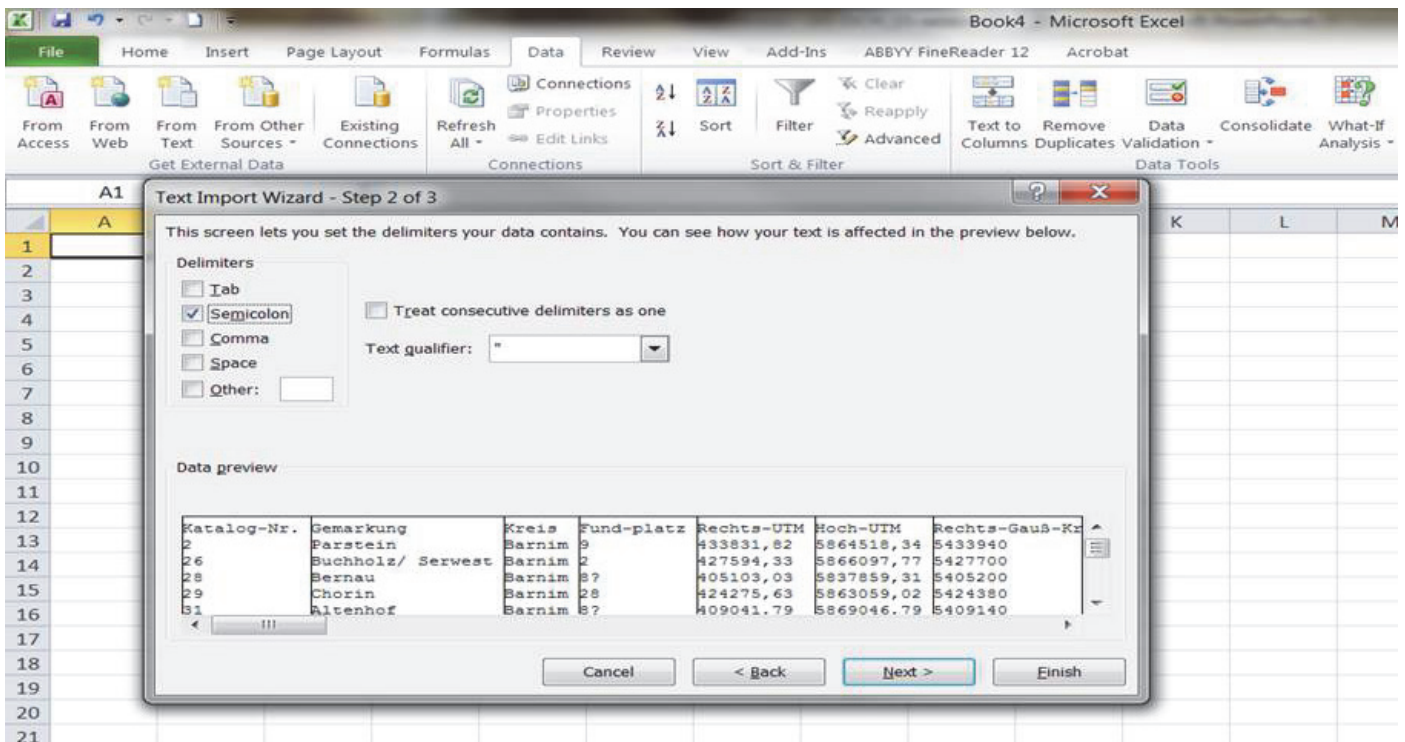
In Excel muss eine zuvor erstellte csv-Datei geöffnet werden unter > Data > externe Daten > aus Text, um die csv richtig zu formatieren.



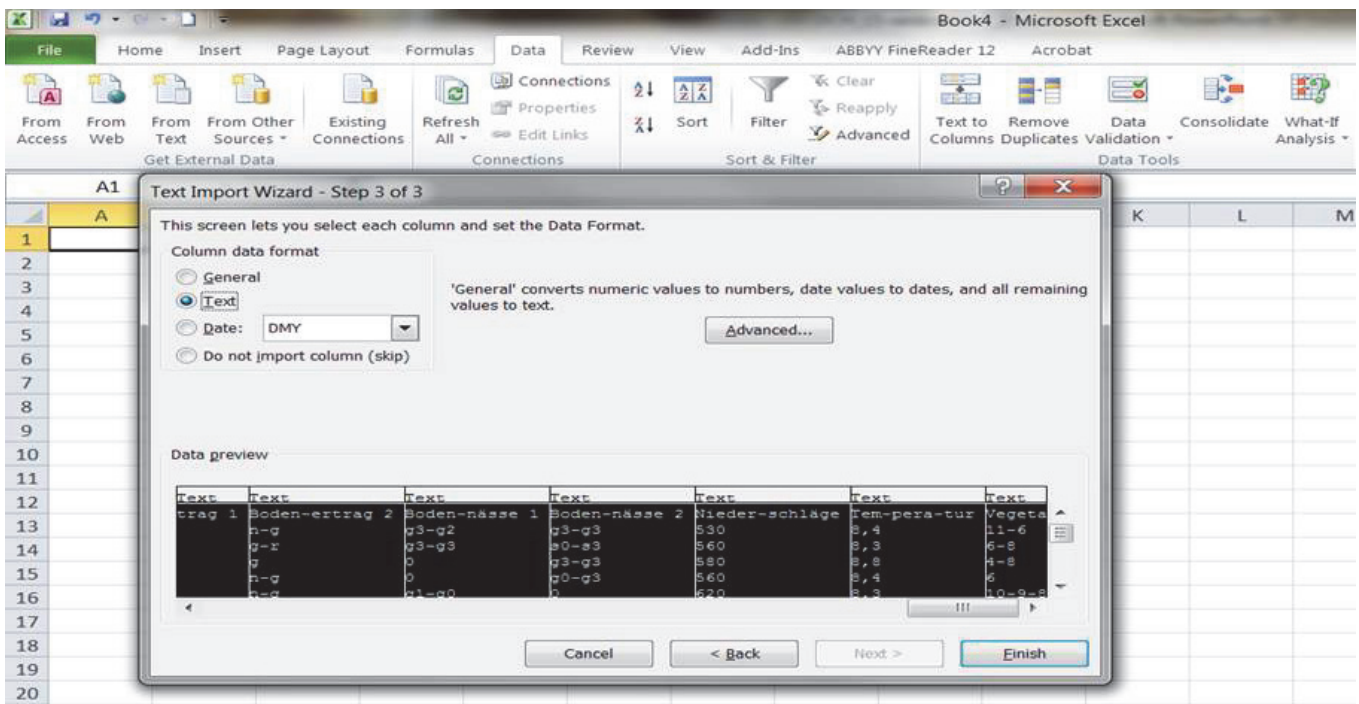
Dabei öffnet sich das hier gezeigte Fenster in dem man den Pfad der csv-Datei einstellt und mit > Import bestätigt.



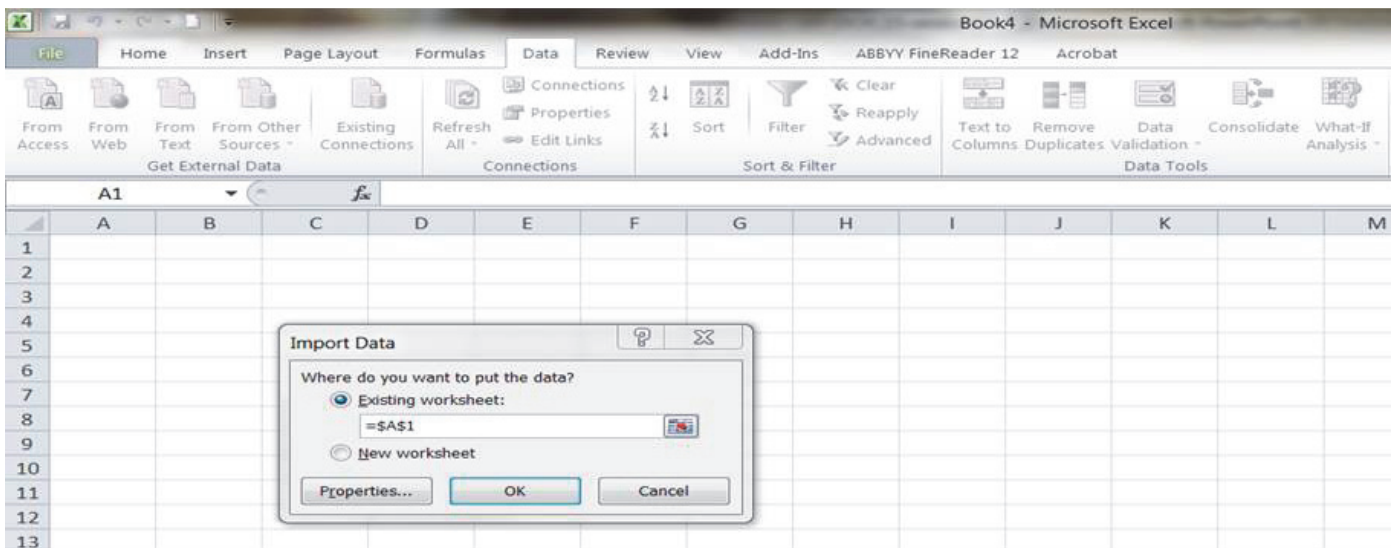
Im sich nun geöffneten Fenster werden die Abgrenzung und der Import-Beginn in der betreffenden Zeile mit den einzelnen Spalten-Überschriften angegeben sowie das Datei-Kodierungssystem ausgewählt.



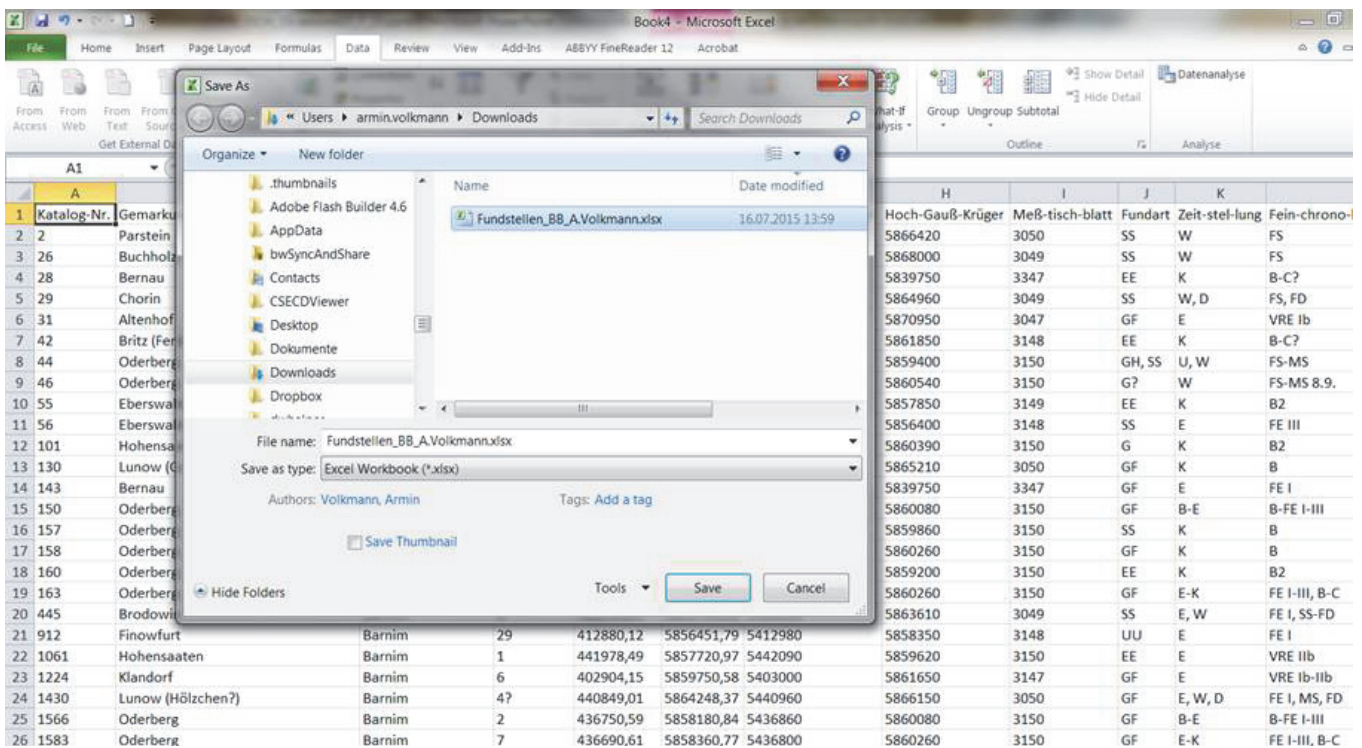
Nun wird die Art der Spaltentrennung angegeben: csv meist mit Semikolon-Trennern – es sind aber auch andere Trennzeichen der Spalten, wie Kommas oder anderes, möglich.



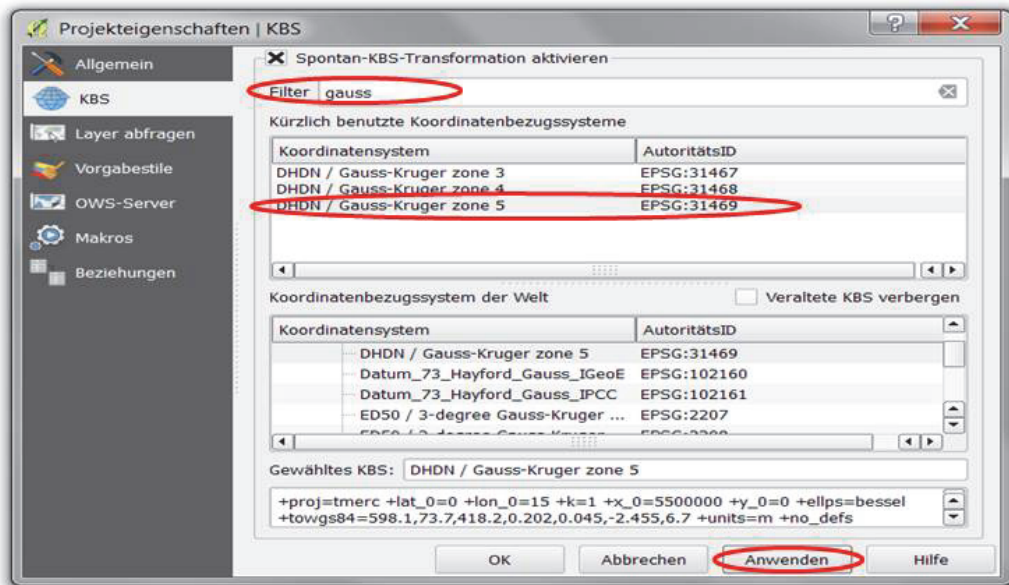
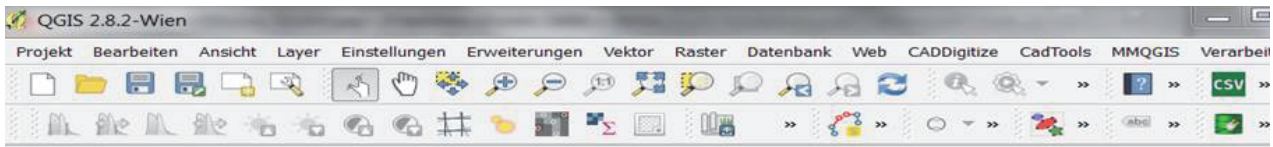
Durch die Markierung aller Spalten (Klick auf oberste Spalten-Eigenschaft bei gehaltener Hochstelttaste) wird das Spalten-Format als Text definiert, sodass die Zeichen in den Zellen nicht automatisiert, beispielsweise fälschlich als Datum o.ä., interpretiert werden.



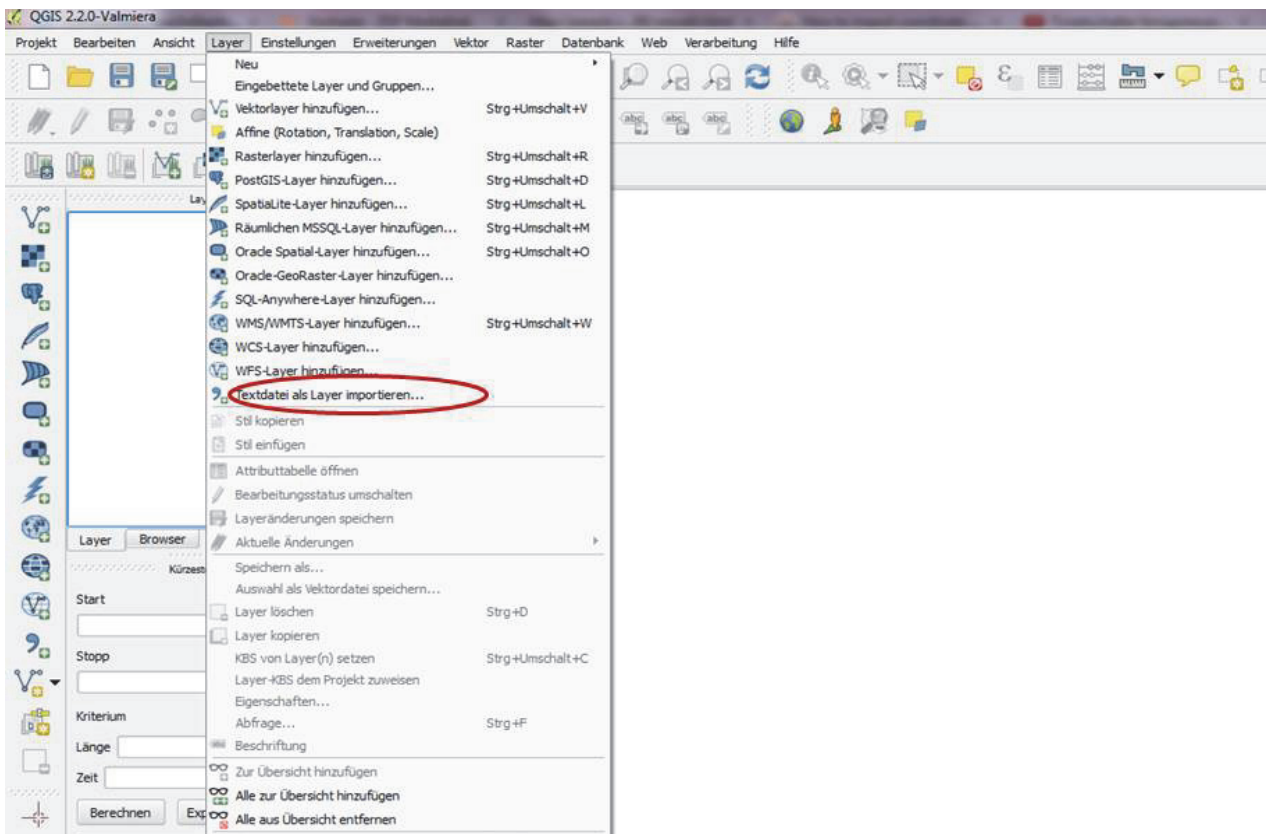
Nun wird noch angegeben wo, ab welchen Zellen die csv-Daten in Excel eingefügt werden. Standardmäßig ist hier Zelle A1 eingestellt > OK.



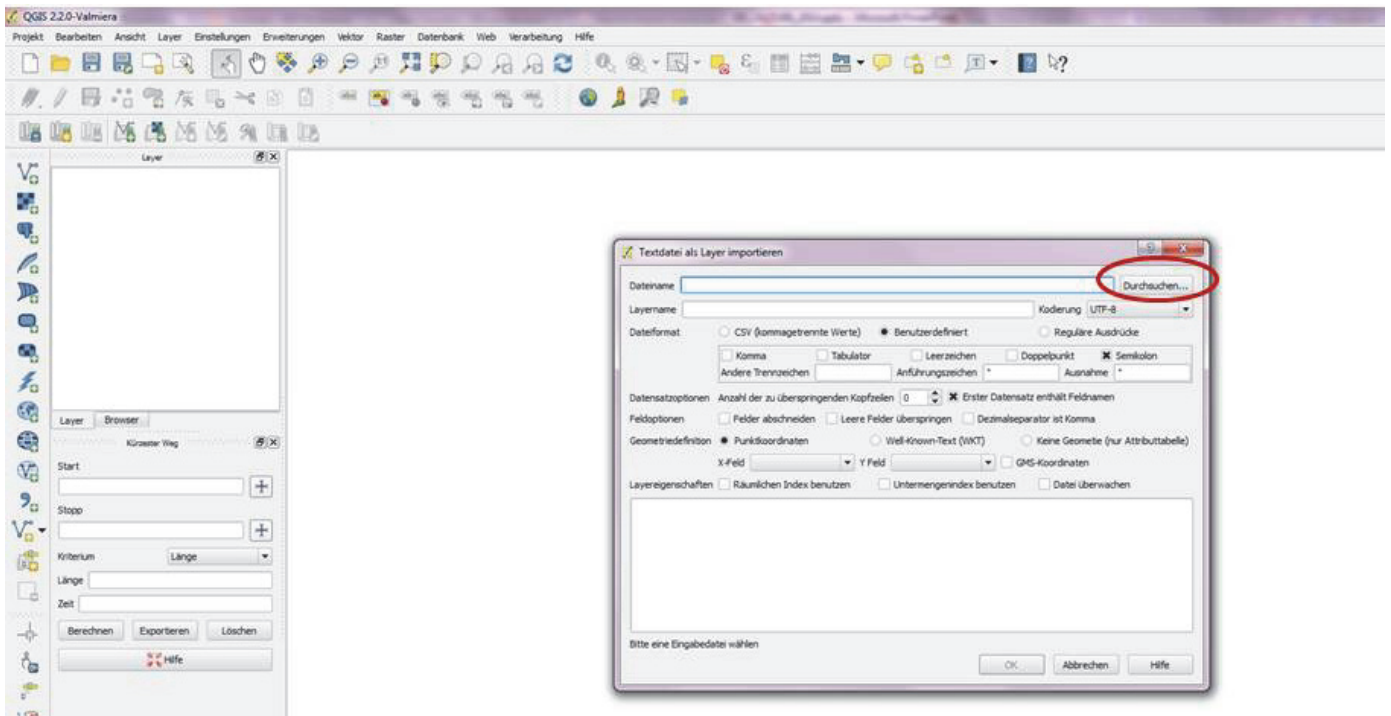
Nun sollte die eingefügten csv-Daten fehlerfrei in der Excel-Tabelle angezeigt werden. Diese richtig als Text formatierte Tabelle kann nun in Form einer Excel xlsx für weitere Dateneingaben und in Form einer Excel-csv für den QGIS-Import abgespeichert werden.



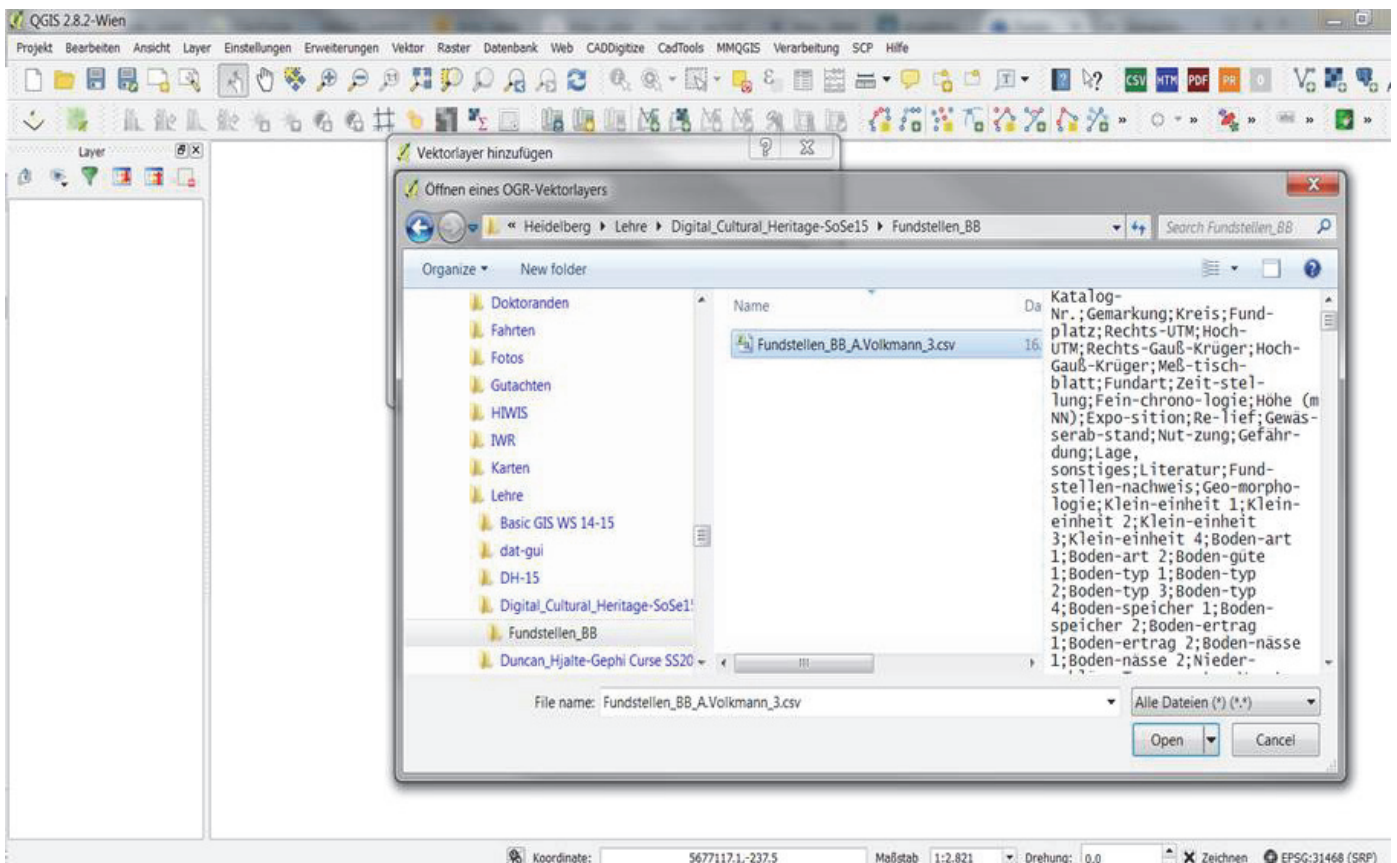
Im nächsten Schritt wird in QGIS zu allererst das richtige Koordinatensystem eingestellt: Im gezeigten Fall wollen wir Gauß-Krüger-Koordinaten der Zone 5 kartieren. Wenn nicht bekannt ist, um welches Koordinatensystem es sich handelt, so muss dies unbedingt jetzt recherchiert werden, sonst kann keine geografische Referenzkartierung bezugnehmend auf ein Koordinatensystem vorgenommen werden.



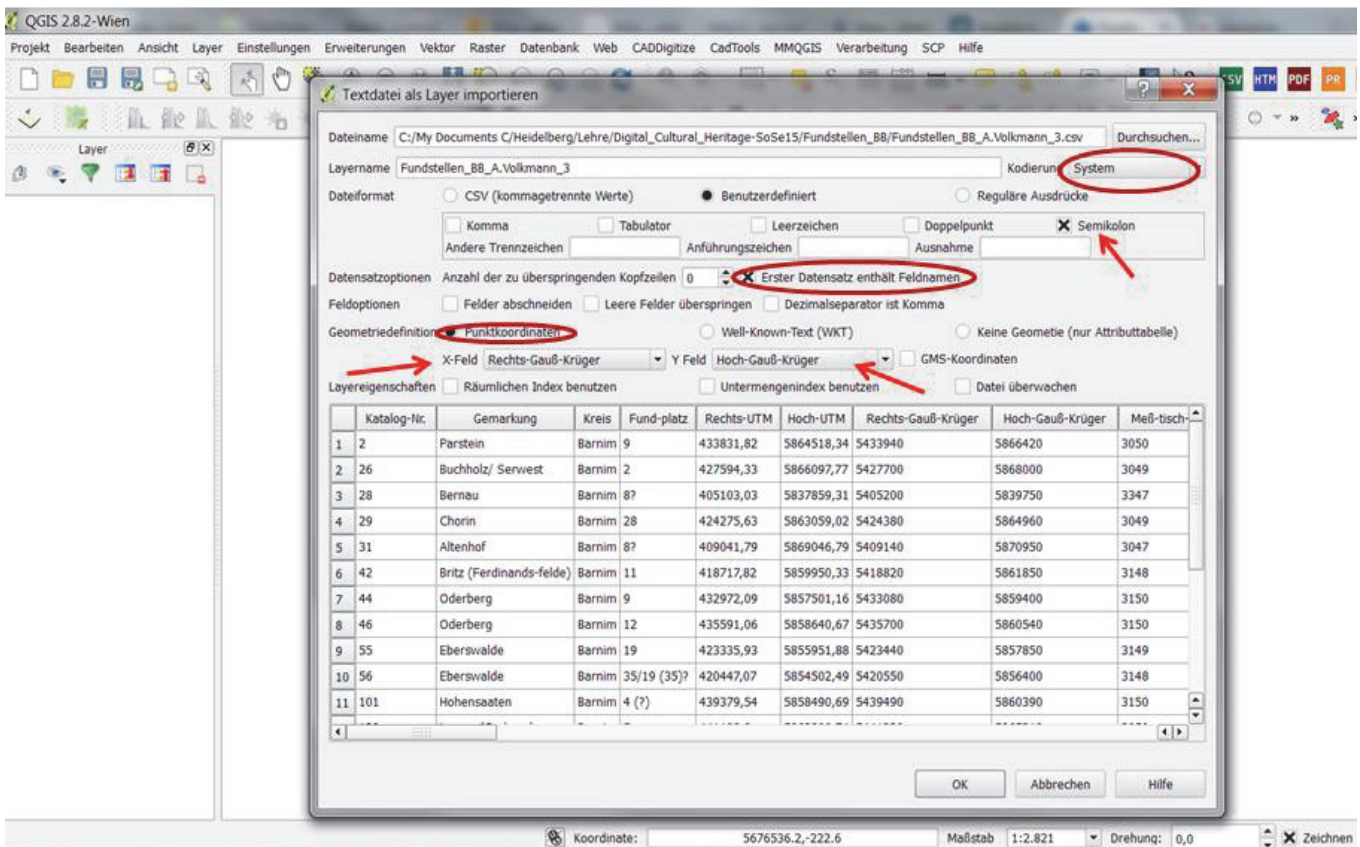
Nach Angabe des richtigen Koordinatensystems kann nun die csv-Datei nach QGIS importiert werden, indem unter > „Layer“ > „Textdatei als Layer importieren“ das folgende Dialogfenster geöffnet wird.



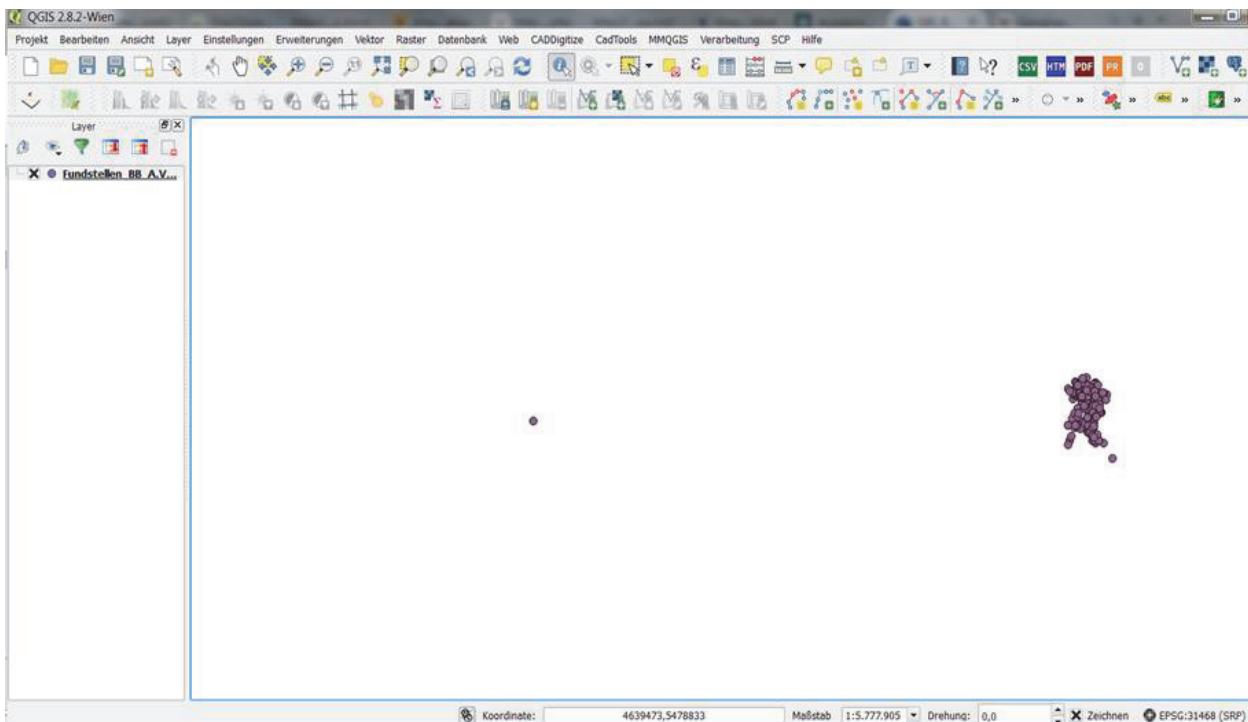
Nun muss zunächst der Pfad der csv-Datei mit den archäologischen Daten angegeben werden.



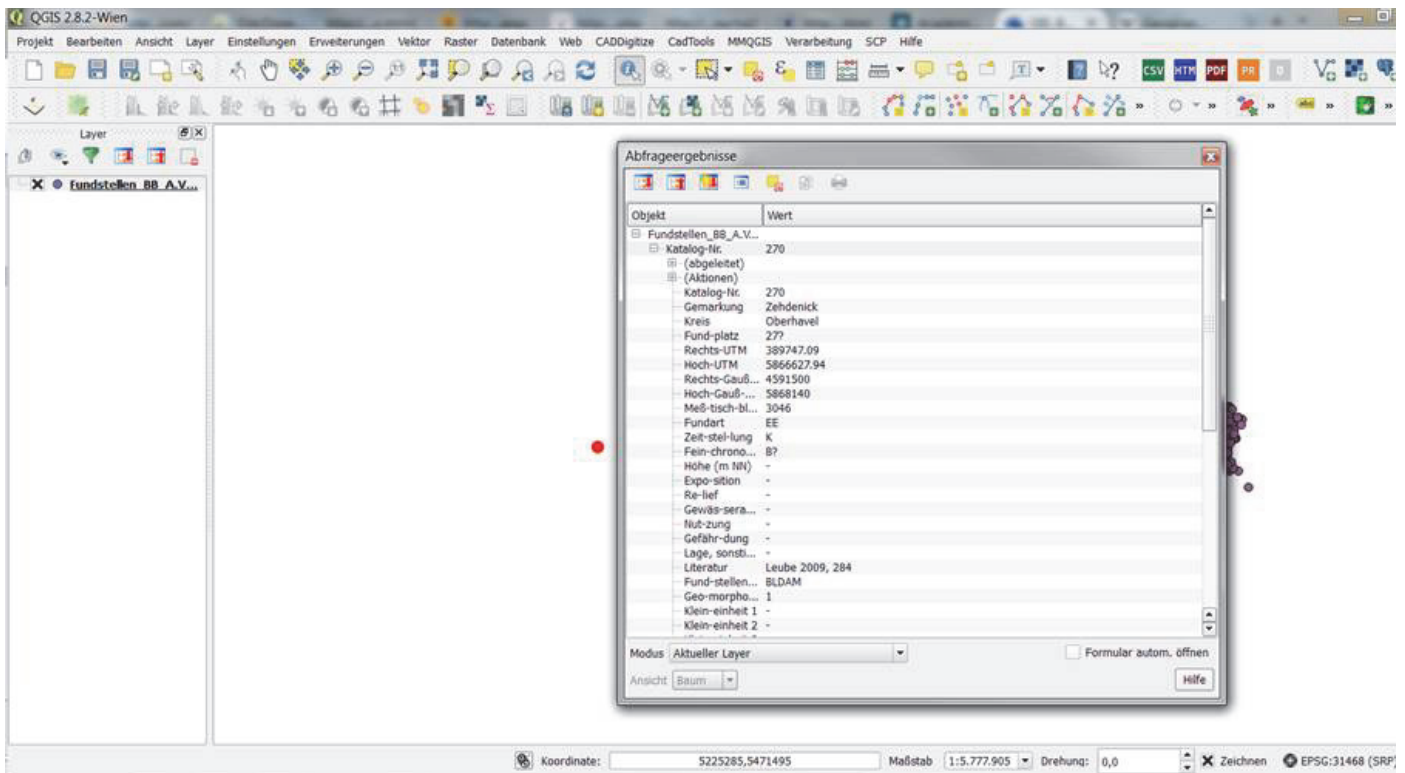
Ist die csv-Datei, wie zuvor geschildert, richtig vorbereitet erscheint im QGIS-Browser-Fenster eine Vorschau mit den Daten im rechten Bereich, wenn gleichzeitig der Browser auf Details-anzeigen eingestellt ist. Die Details-anzeigen-Einstellung befindet sich über dem Text hinter dem Dateipfadssymbol mit kleinem Dreieck und muss ggf. aktiviert oder umgestellt werden.



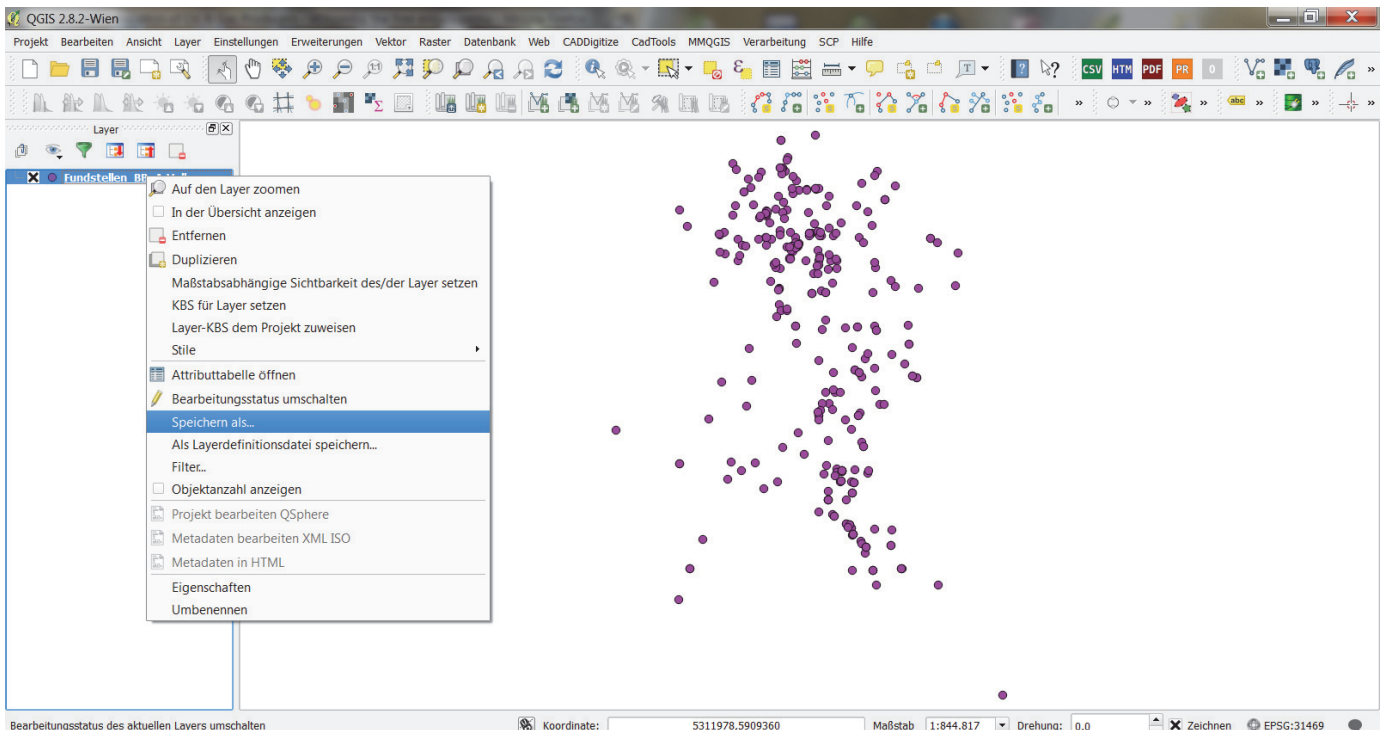
Nun werden die System-Kodierung und die Benutzer-definierten Import-Einstellungen angegeben: die Zellen werden durch Semikolon getrennt, der erste Datensatz enthält die Feldnamen, es handelt sich um Punktkoordinaten und das X-Feld und das Y-Feld der Koordinaten werden aus den Spalten, wie darunter angezeigt, importiert. Von Vorteil ist auch in der Datenvorschau nachzusehen, ob die Daten richtig angezeigt werden. Falls in der Vorschau kryptische Zeichen angezeigt werden (besonders bei Sonderzeichen, wie deutschen Umlauten ä, ü, ö), dann muss die individuelle System-Kodierung umgestellt werden, z.B. auf UTF-8.



Nach erfolgreichem csv-Import sollte ein ähnlich, wie gezeigtes, Kartenbild erscheinen. In diesem ist eine sogenannte Fehlkartierung im linken Bereich zu sehen, die weit außerhalb der richtig kartierten Fundstellen-Punktwolke zu sehen ist.

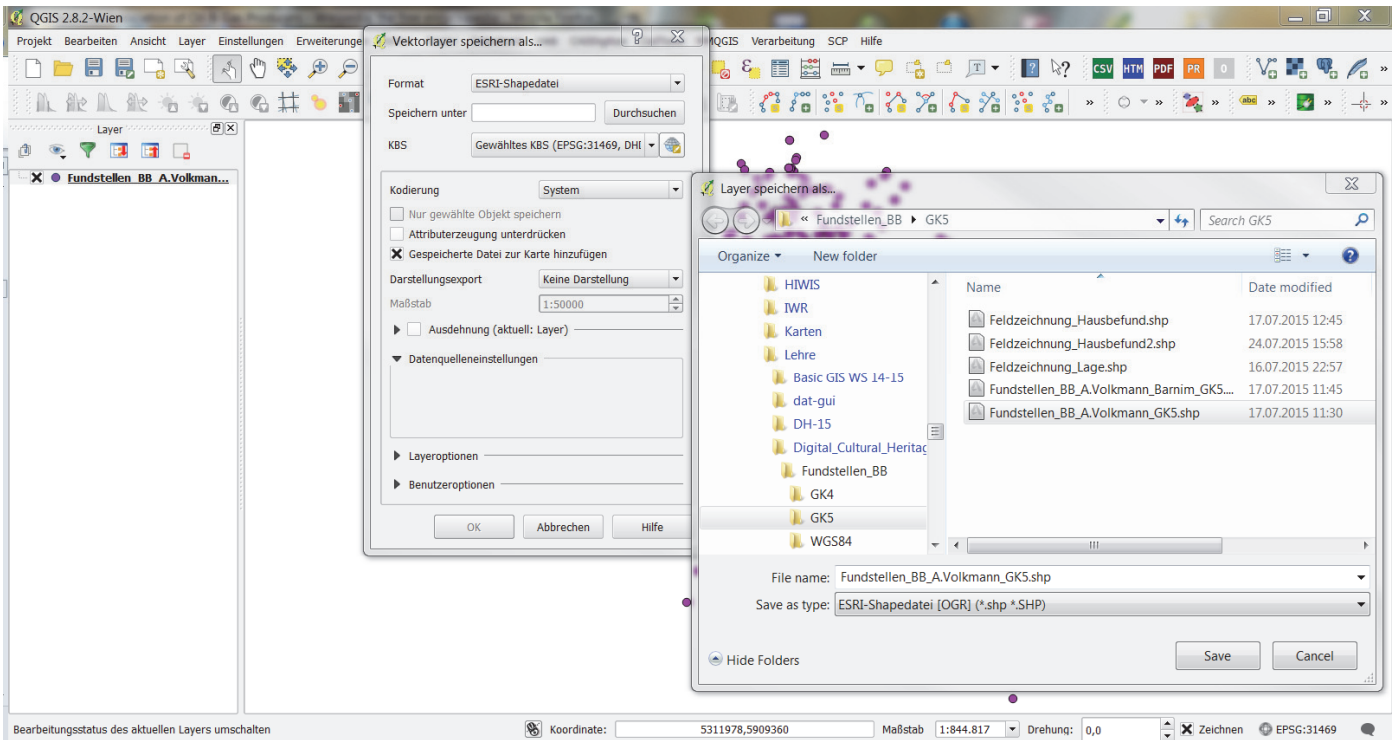


Um zu sehen ob tatsächlich die verwendeten Koordinatenangaben falsch sind, wird auf das Infosymbol in der Menüleiste geklickt und der abzufragende Punkt durch links-klicken markiert, wobei sich ein Fenster der Abfrageergebnisse öffnet und die mit dem Fundpunkt verknüpften Dateninformationen des Datensatzes aus der Tabelle darin erscheinen. Im Beispiel ist zu erkennen, dass beim falsch kartierten Punkt die X-Koordinate (Rechts-Gauß...) für die Zone 4 und nicht richtig für Zone 5 (beginnend mit dem Wert 5) eingetragen wurden.

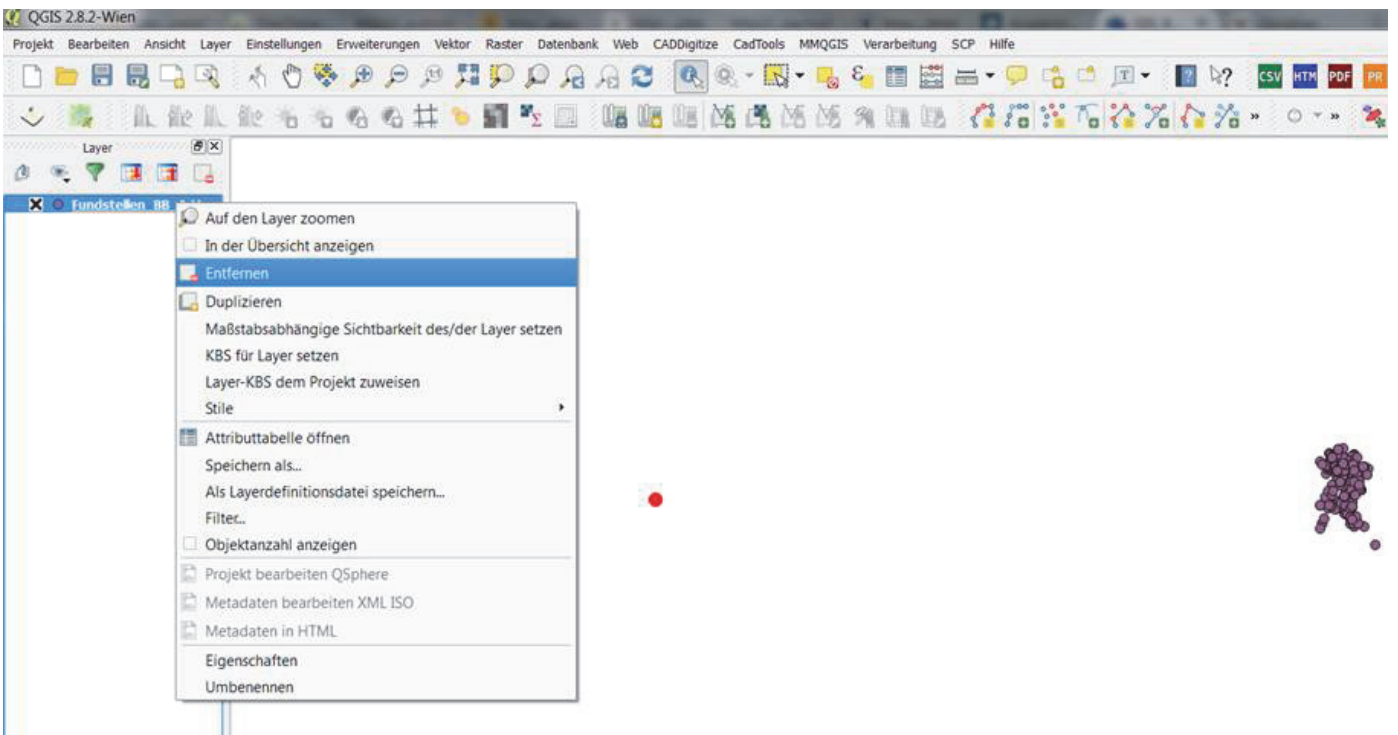


Die im Kartenfenster gezeigte Kartierung ist bisher nur eine Verknüpfung zur csv-Datei, die nicht bearbeitbar ist. Eine Bearbeitung der Fundstellenkartierung wird durch Transformation in ein interoperables shape file-Format erreicht, die hier und im folgenden Screenshot beschrieben wird: rechter Klick auf csv-Layer > linker Klick „speichern als“ (s. folgende Abbildung).

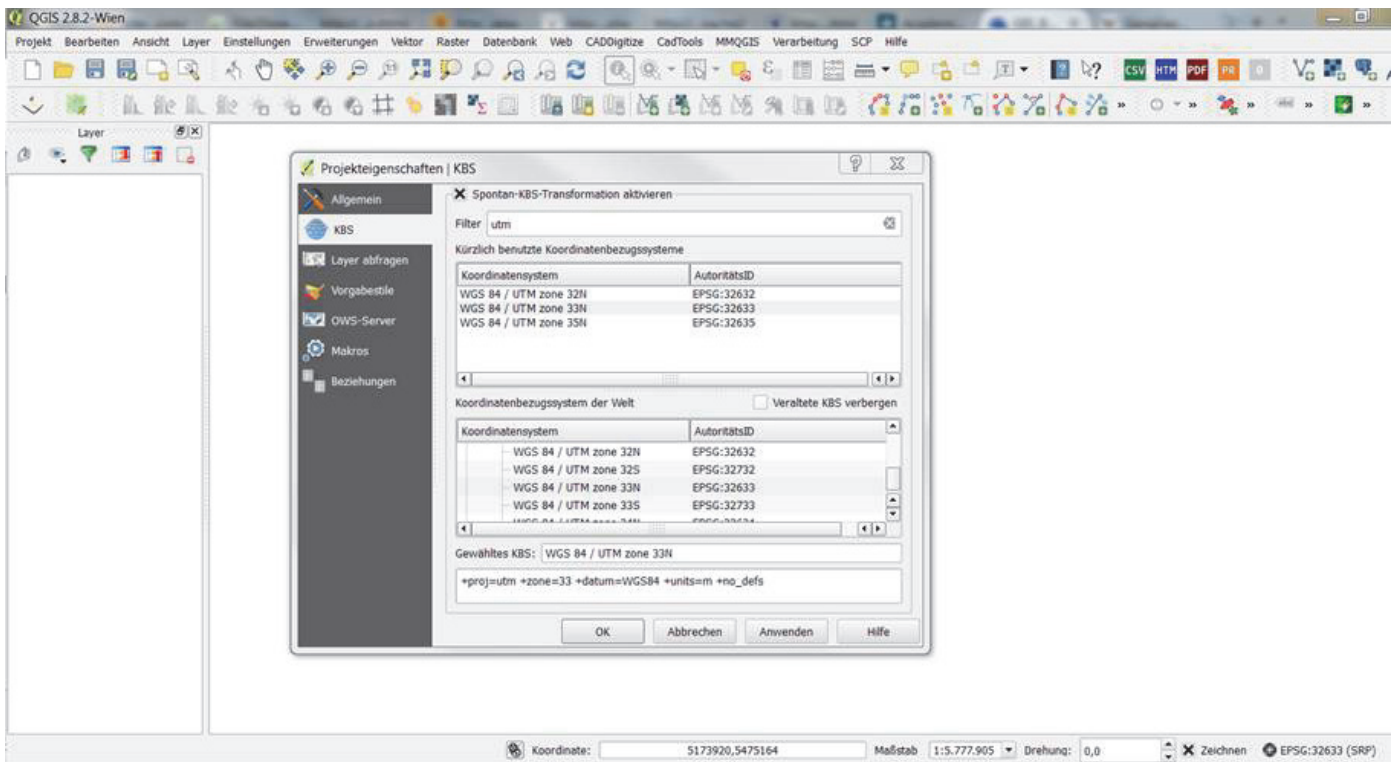
2.) Fundstellenkartierung in gebräuchlichen, regionalen Koordinatensystemen



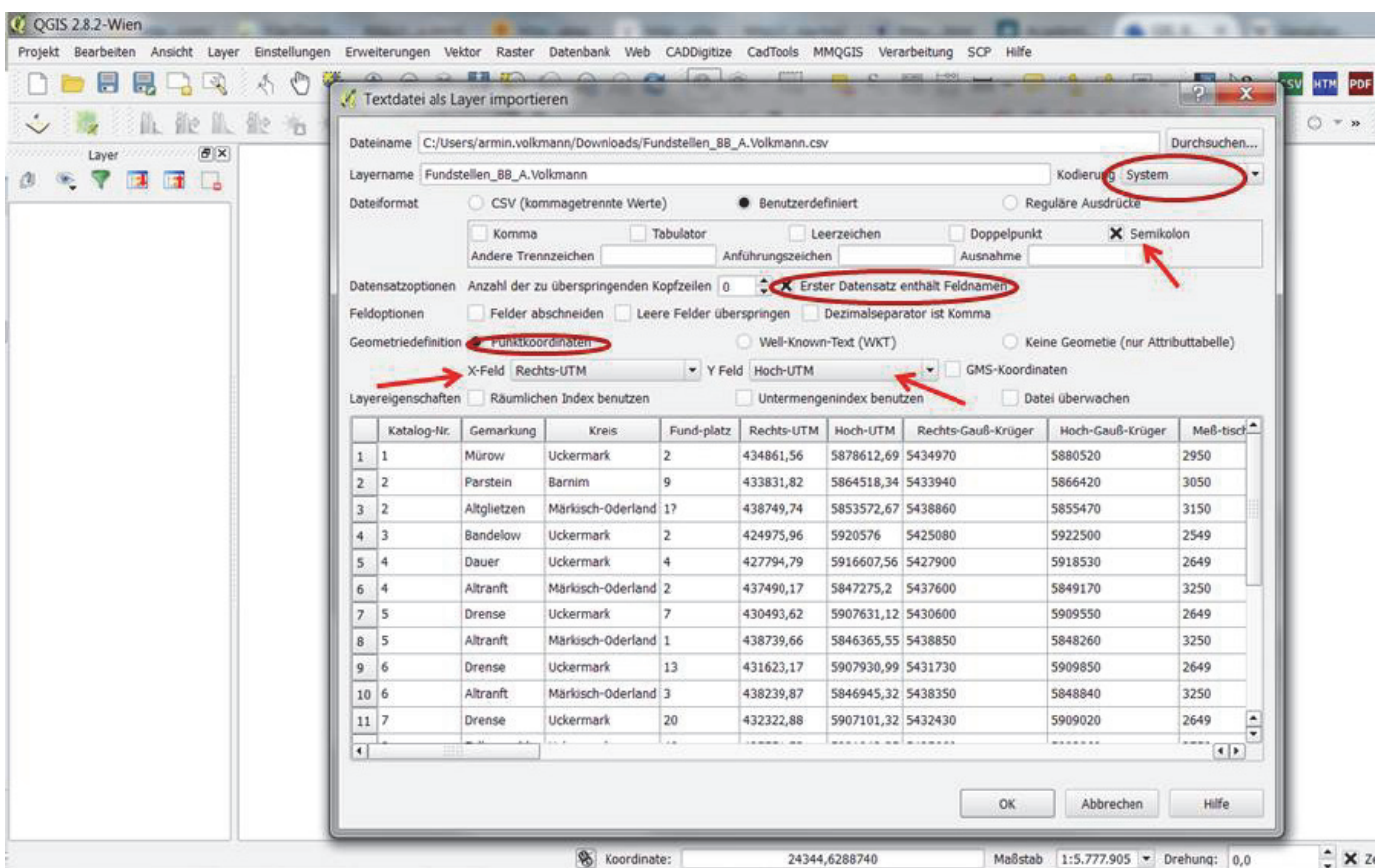
Für das Speichern wird „ESRI-Shapedatei“ ausgewählt und der Speicherpfad sowie der neue Dateinamen eingegeben (vgl. vorhergehende Abbildung). Des Weiteren ist darauf achten, dass das „KBS“ (=Koordinatensystem) richtig eingestellt ist. Ggf. kann man die neue Datei der Kartierung nach dem Abspeichern gleich automatisch als Layer hinzufügen (x bei entsprechendem Unterpunkt der Kodierung im linken Fenster setzen), die nun als shape file bearbeitbar ist, sodass die Fehlkartierung bearbeitet werden kann, was im Folgen noch beschrieben wird.



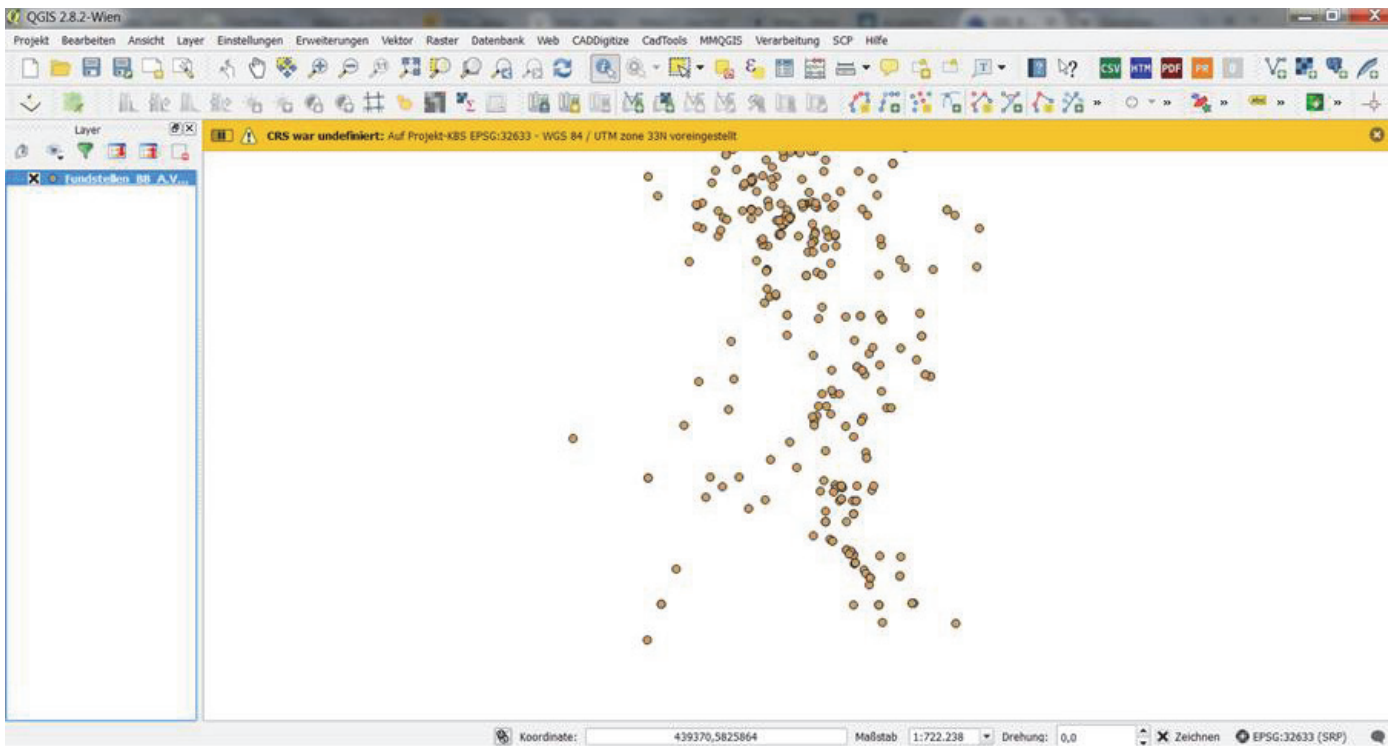
Das Schließen der csv-Verknüpfung wird unter rechten Klick auf den Layer im linken Layer-Fenster mit „entfernen“ erreicht.



Da wir in der vorgegebenen Tabelle der csv auch UTM-Koordinaten-Paare haben, wird nun eine Kartierung im UTM-Koordinatensystem als Übung vorgenommen. Dazu muss zuvor das Koordinatensystem nun auf UTM-Koordinaten eingestellt. Dies erreicht man durch Doppelklick auf den kleinen Globus ganz rechts unten neben der nach der „EPSG“- (European Petroleum Survey Group) genormten Koordinatensystembezeichnung.



Der Import der csv wird vorgenommen, wie zuvor bereits beschrieben. Lediglich für das X- und Y-Feld werden nun die Spalten mit den UTM-Koordinaten angegeben.



Nach erfolgreicher Kartierung der Fundpunkte im richtigen UTM-Koordinatensystem erscheint über dem Kartenfenster kurz der gelb unterlegte Hinweis, dass die zuvor unreferenzierte csv-Datei nun entsprechend der vorherigen Einstellungen erfolgreich in UTM Zone 33N georeferenziert wurde. Die Punktwolke der Kartierung zeigt nun keinen offensichtlichen Ausreißer einer Fehlkartierung, sodass die Angaben zu den UTM in der csv-Tabelle grundlegend zu stimmen scheinen.

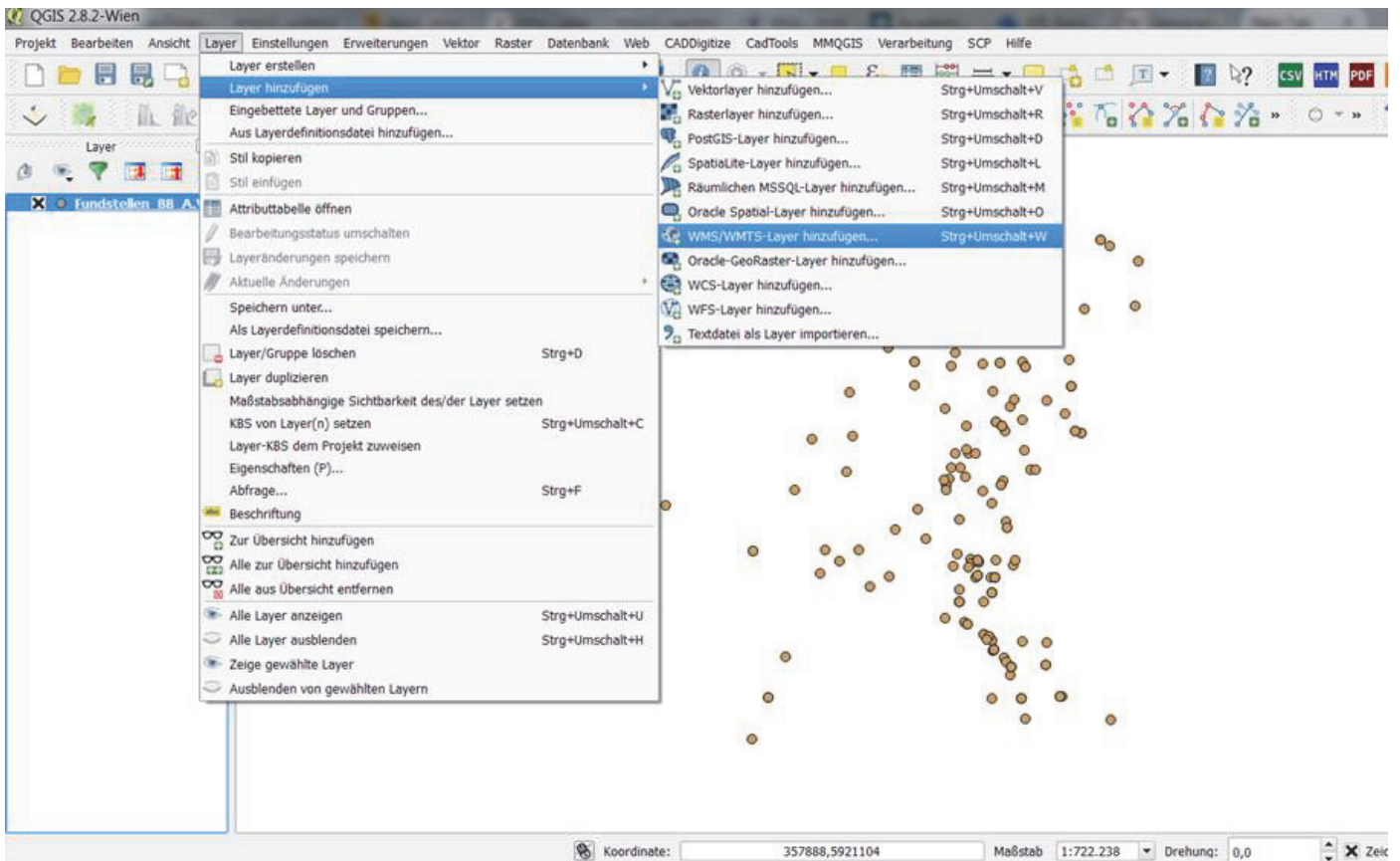
3.) Einbindung von WMS-Diensten als Hintergrundkartierungen

The screenshot shows the BKG-Homepage (WebAtlasDE) with a navigation menu on the left and a main content area. The menu includes options like 'Suche', 'Aktuelles', 'Auskunft über Daten & Dienste', 'Web-Anwendungen', 'Online-Shops', 'Karten', 'Geodaten', 'Dienste', 'WebAtlasDE', 'Entgelte und Nutzungsbedingungen', 'Open Data', 'Infos und Hinweise', 'Über uns', 'Links', and 'Informationsmaterial'. The main content area features a search bar, a 'WebAtlasDE' heading, and introductory text about the service. It mentions that the service is developed by the Bund and Länder and provides a zoomable map from individual buildings to a national overview. It also lists the data sources used, such as the Basis-Landschaftsmodell and Hauskoordinaten, and mentions the use of WMTS and WMS standards.

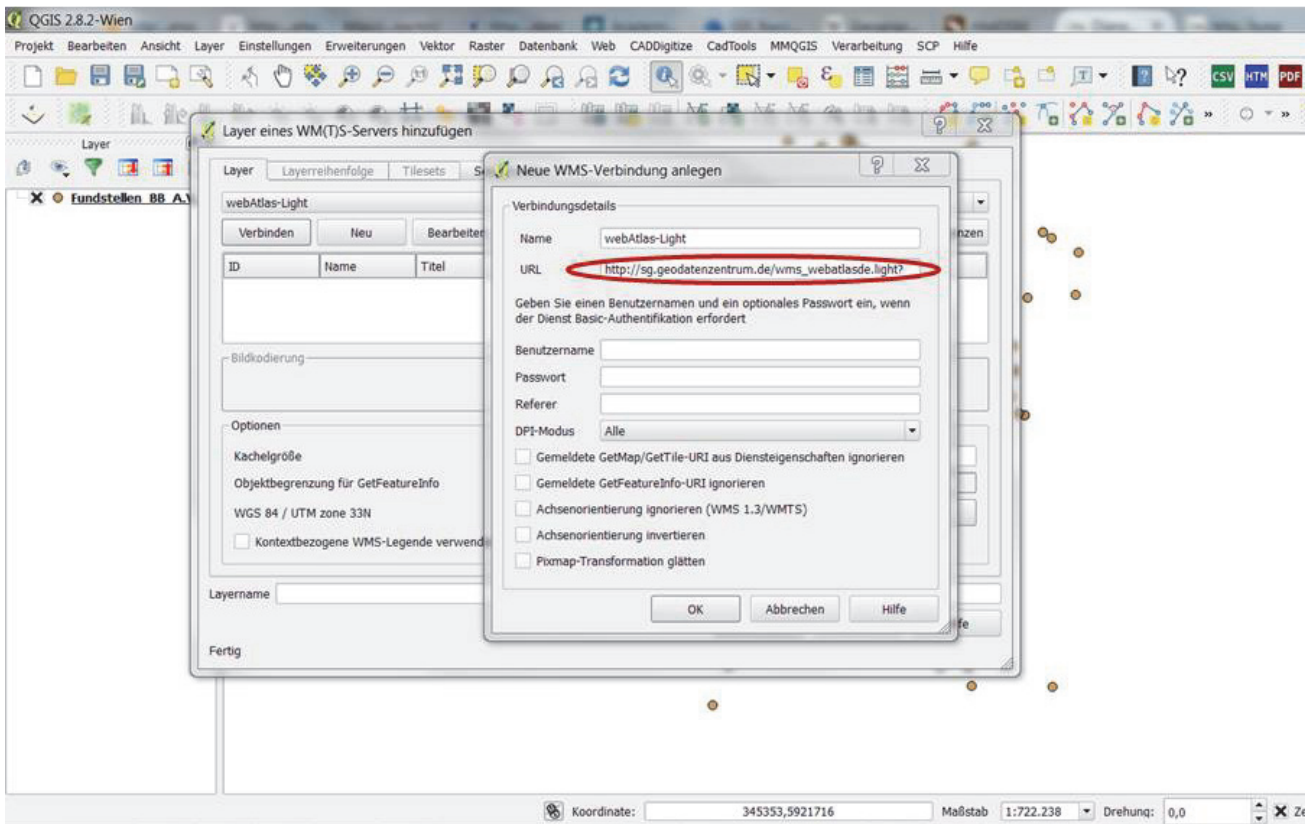
Nun soll via World-Map-Service (WMS) eine Hintergrundkarte eingefügt werden. Hierfür gibt es mittlerweile sehr viele WMS-Dienste, die lizenzfrei oder unter spezifischen Nutzungsbedingungen für verschiedene Regionen vorliegen. Gezeigt wird hier das Beispiel der Digitalen Topografischen Karte im dynamischen, bis maximal 1:50000 Maßstab des Bundesamtes für Kartografie in Hannover.

The screenshot shows the WebAtlasDE interface with a map of the region around Hannover. A dialog box titled 'Opening wms_webatlasde.light' is open, showing the file name and its location. The dialog box asks 'What should Firefox do with this file?' and offers several options: 'Open with Browse...', 'DownThemAll!', 'dTa OneClick!', 'Save File' (selected), and 'Do this automatically for files like this from now on.' The 'Save File' option is selected, and the file is being saved to the Downloads folder.

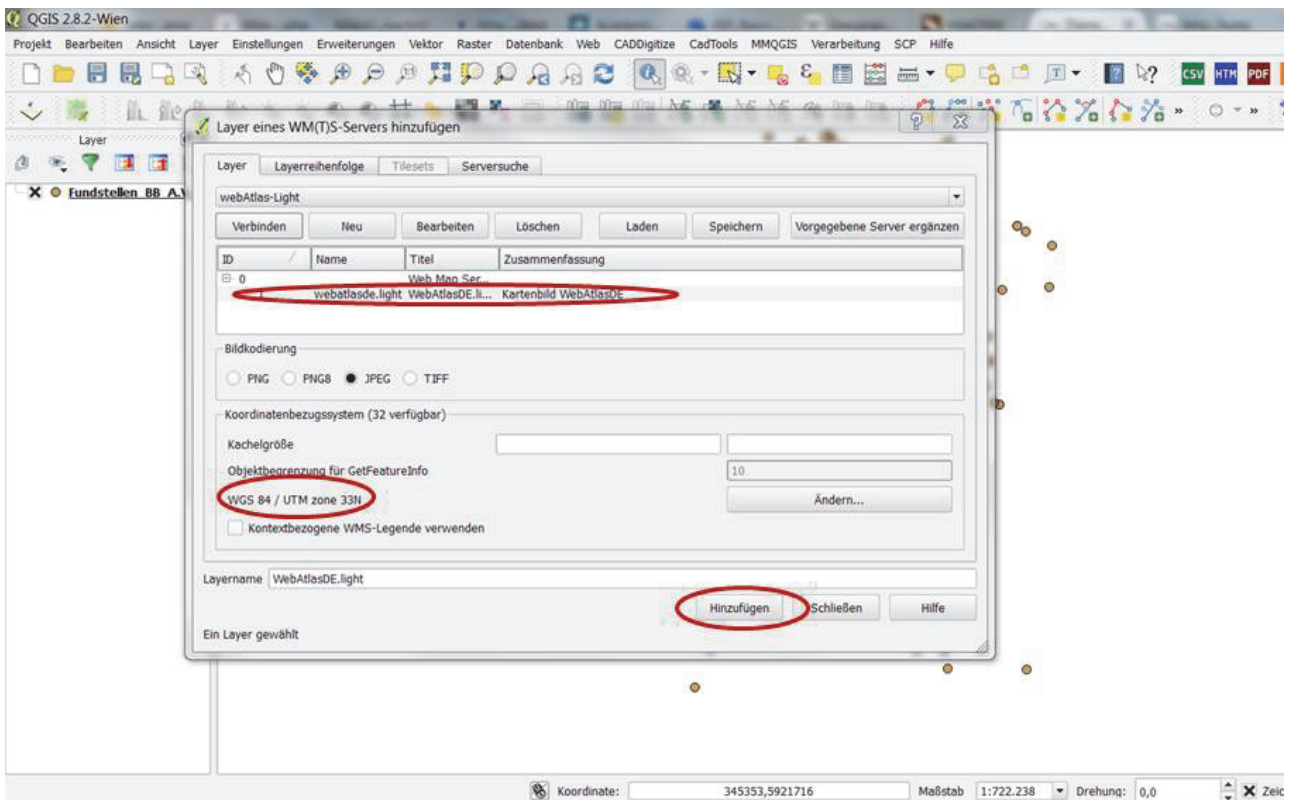
Nach der Recherche der WMS-Dienste-Webseite des Bundesamtes für Kartografie kann dort eine Lizenz gewählt werden, wobei wir die freie Lizenz einer einfachen Hintergrundkarte wählen (Klick auf > WMS_WebAtlasDE.light und > „speichern unter“ im Dialogfenster). Die für das GIS benötigte URL des WMS wird im XML-Format, das mit einem Editor, wie WordPad, geöffnet werden kann, übermittelt. Diese Datei enthält im nach XML-Standard kodierten Text unter <Get><OnlineResource... die WMS-URL, die wir markieren und in den Arbeitsspeicher mit strg+c kopieren. Hier die entsprechende URL: http://sg.geodatenzentrum.de/wms_webatlasde.light?



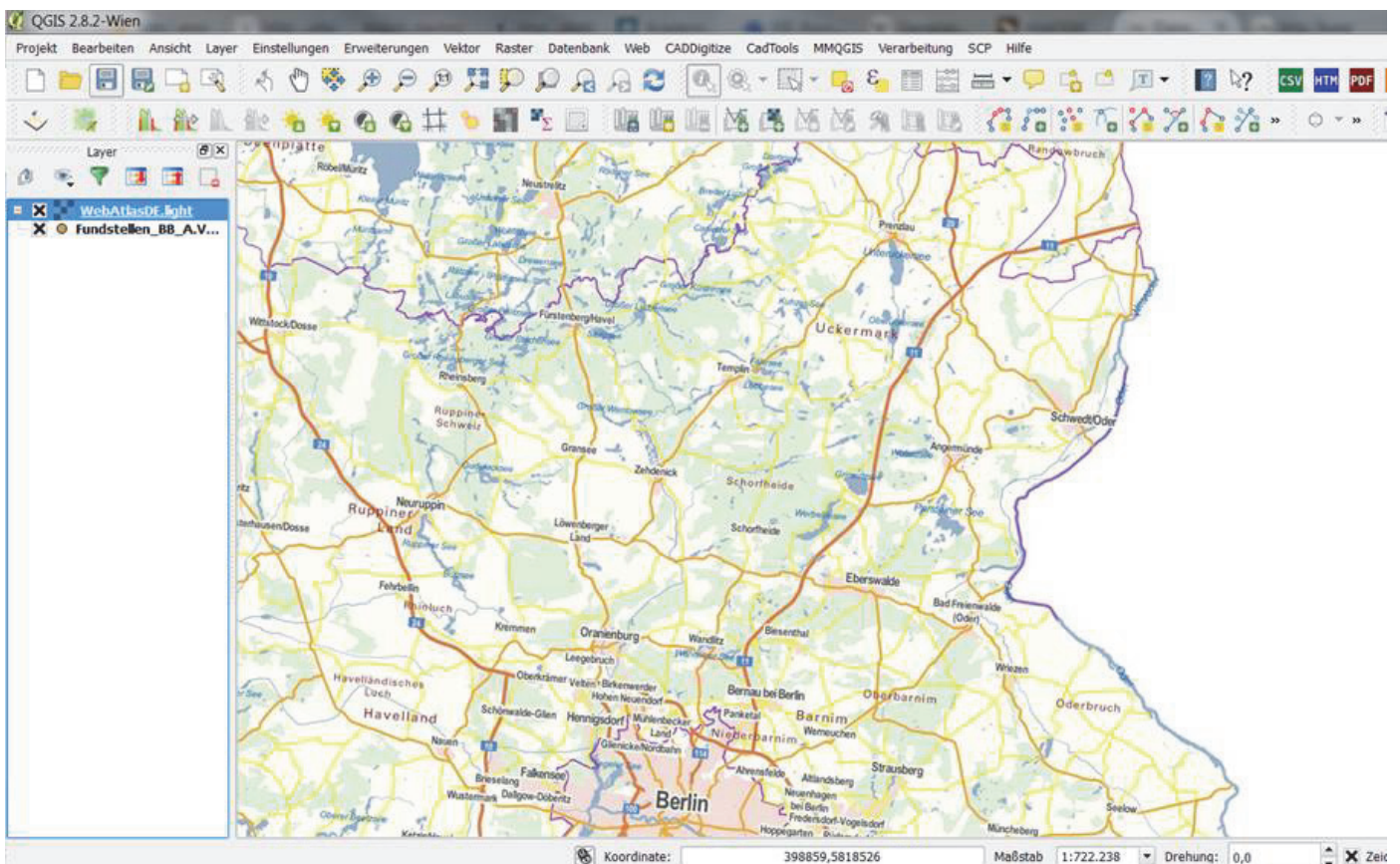
In QGIS gehen wir unter „Layer“ auf WMS/WMTS-Layer hinzufügen.



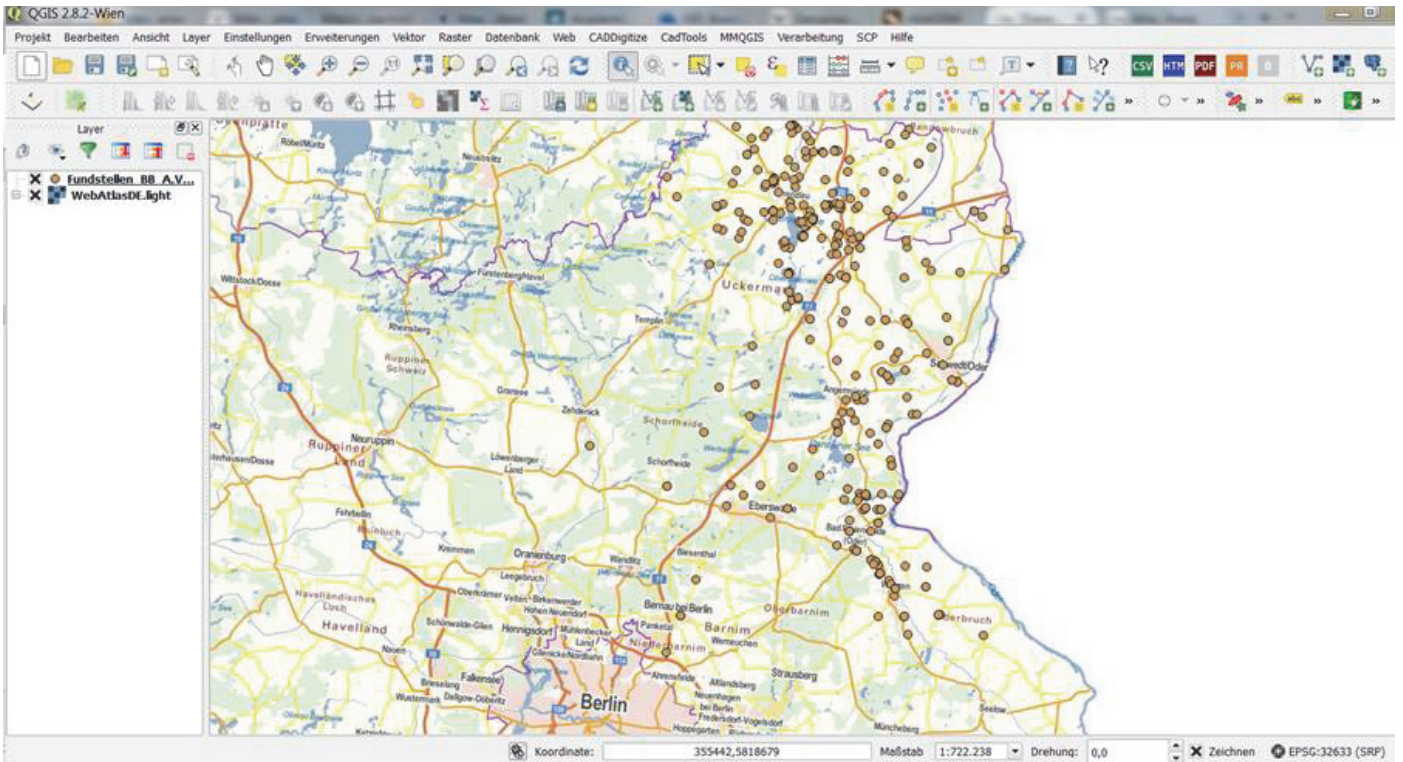
Jetzt wird im erscheinenden Fenster zu Oberst der Name des WMS-Dienstes (webAtlas-light) und darunter die entsprechende URL aus dem Arbeitsspeicher (strg+V) eingegeben. Weitere Angaben sind in unserem Beispiel für WebAtlasDE nicht notwendig. Sollte ein anderer WMS-Dienst eine Anmeldung und Usernamen sowie Passwort erfordern, so sind diese Daten hier einzugeben.



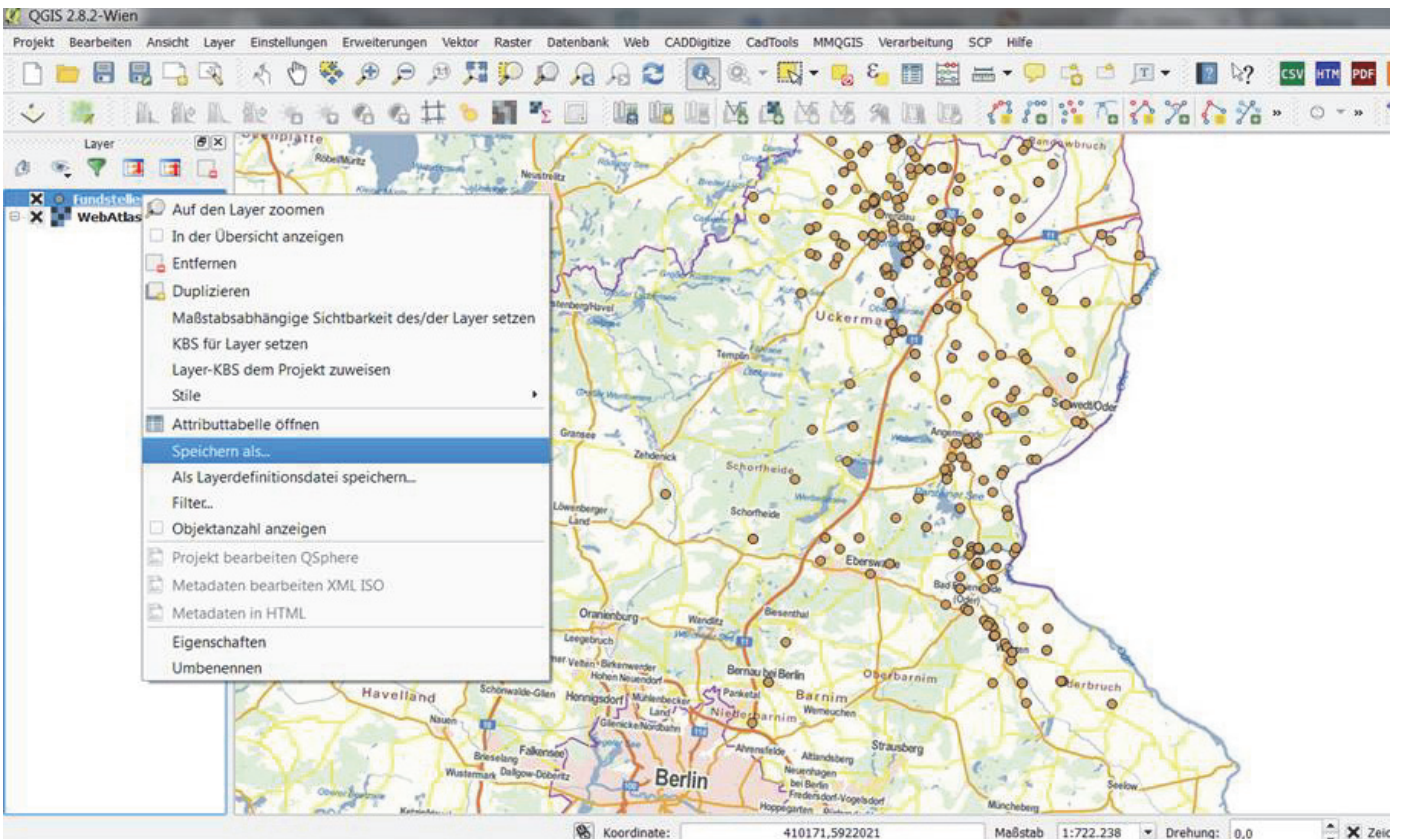
Im nächsten Dialogfenster wird das GIS nun mit dem Karten-Server des WMS-Dienstes verbunden > „verbinden“. Danach wird mindestens ein Layer des WMS-Dienstes ausgewählt, das Koordinatensystem richtig auf UTM eingestellt und mit > „hinzufügen“ der WMS-Dienst in die Kartenansicht von QGIS eingefügt (abschließend „schließen“ drücken).



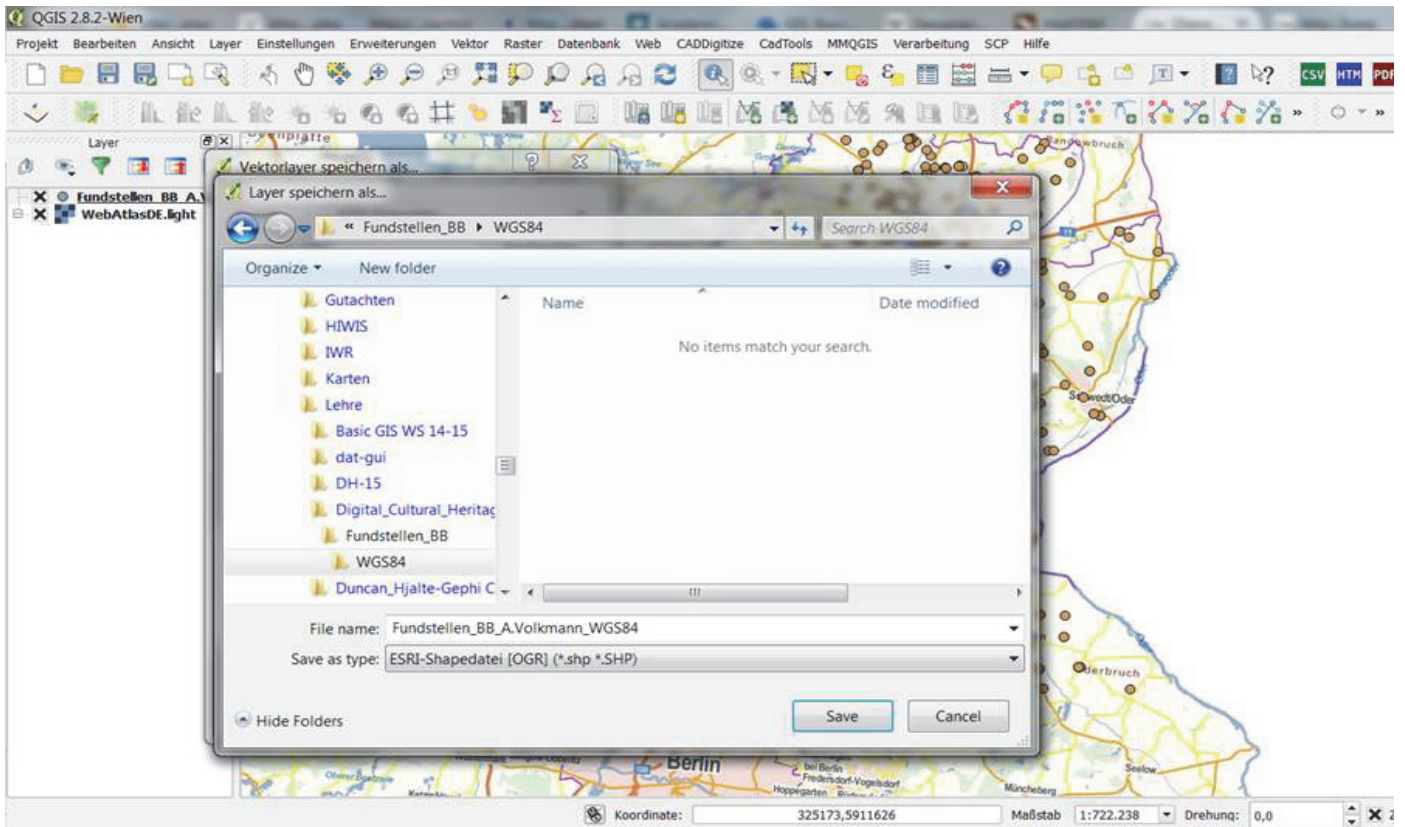
Nun ist der WMS-Dienst im Kartenfenster sichtbar (wenn eine stabile, schnelle Internetverbindung vorhanden ist).



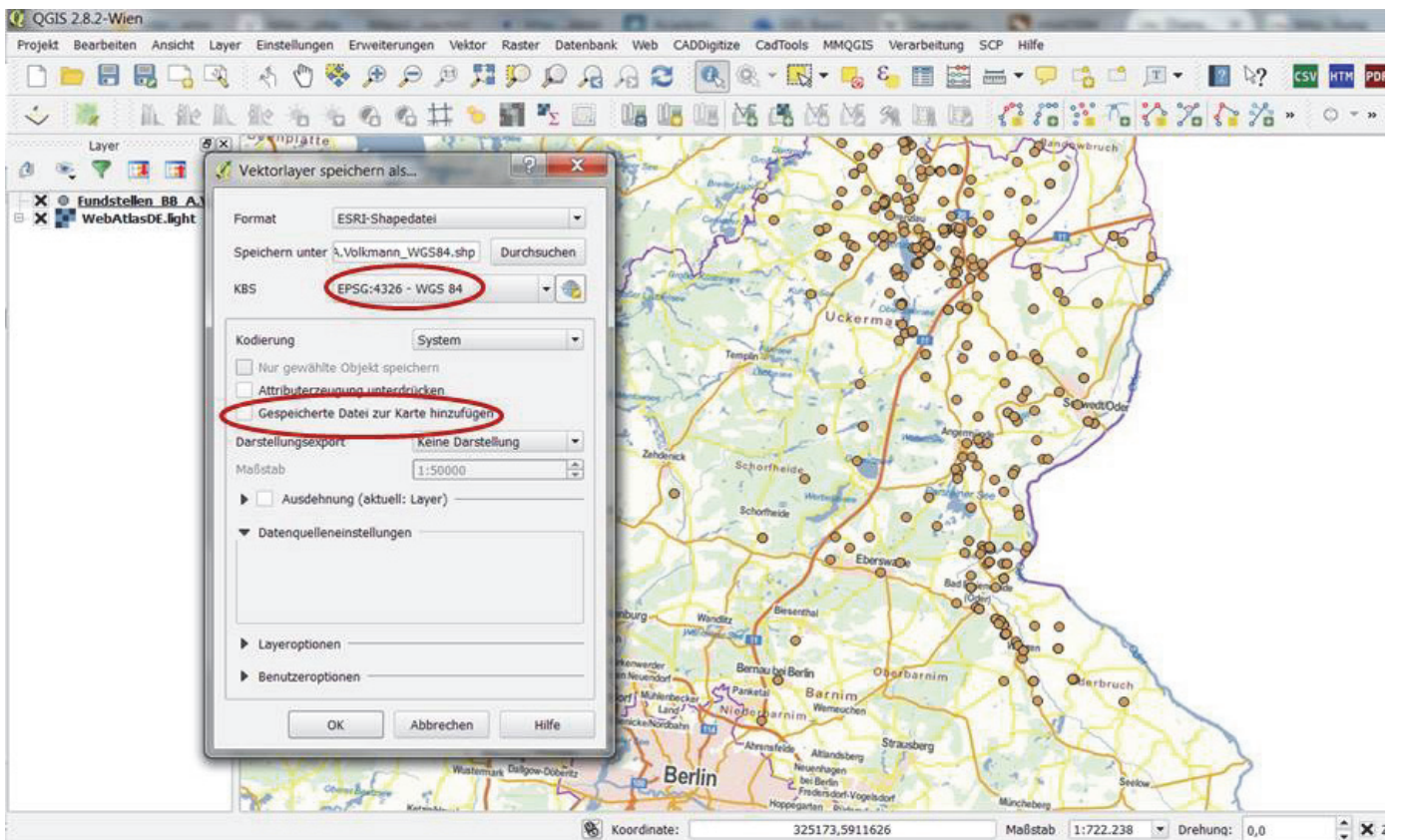
Durch drag-and-drop wird im linken Layer-Fenster der WMS-Dienst unter die Fundstellenkartierung gezogen, sodass nun die Fundpunkte und die Topografische Karte sichtbar sind.



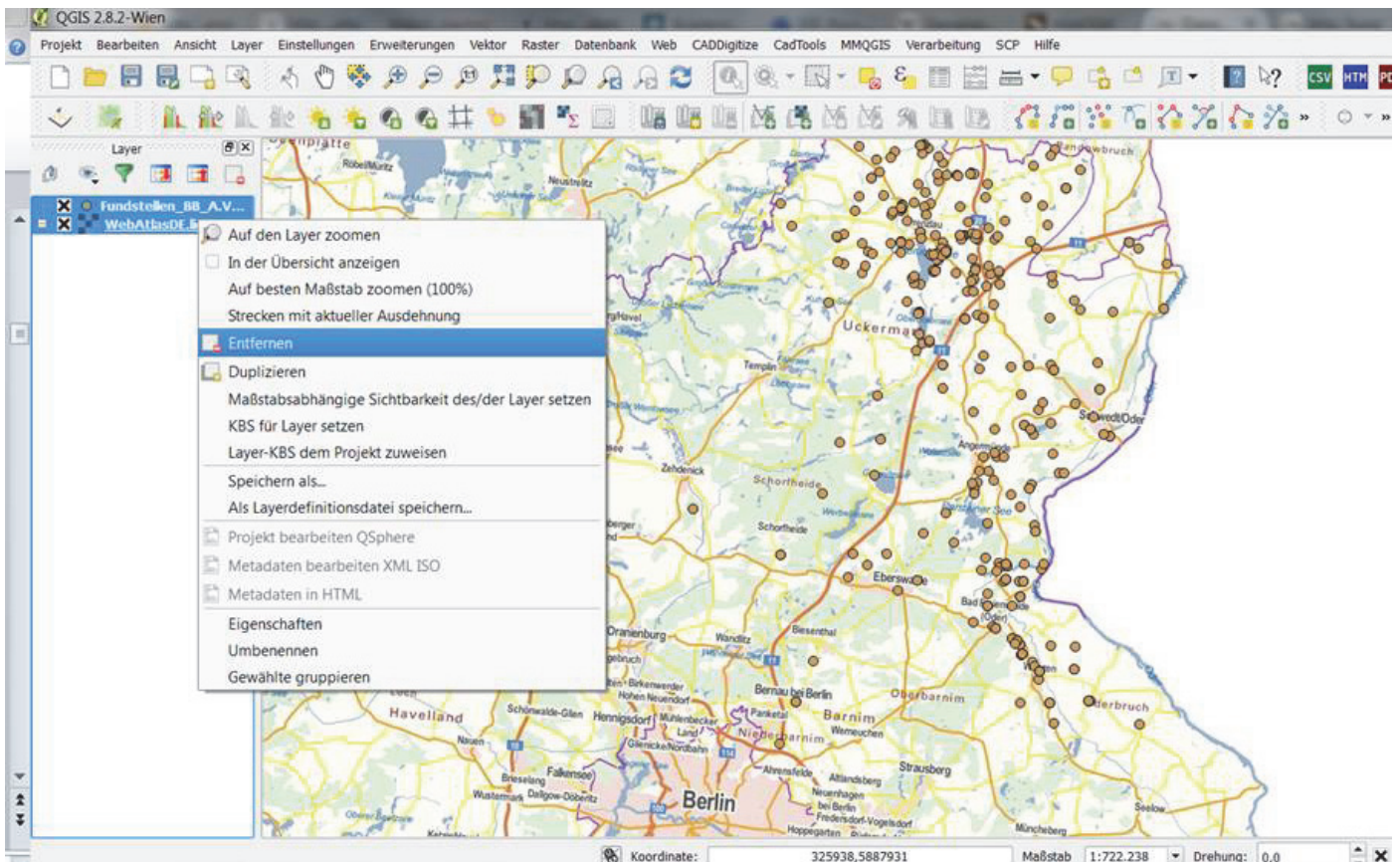
Nicht alle Karten-Dienste liegen in allen Koordinatensystemen vor. Daher muss oft zwischen den Koordinatensystemen gewechselt werden, wie im Folgenden veranschaulicht wird: linker Klick auf zu transformierenden Layer > „speichern als“.



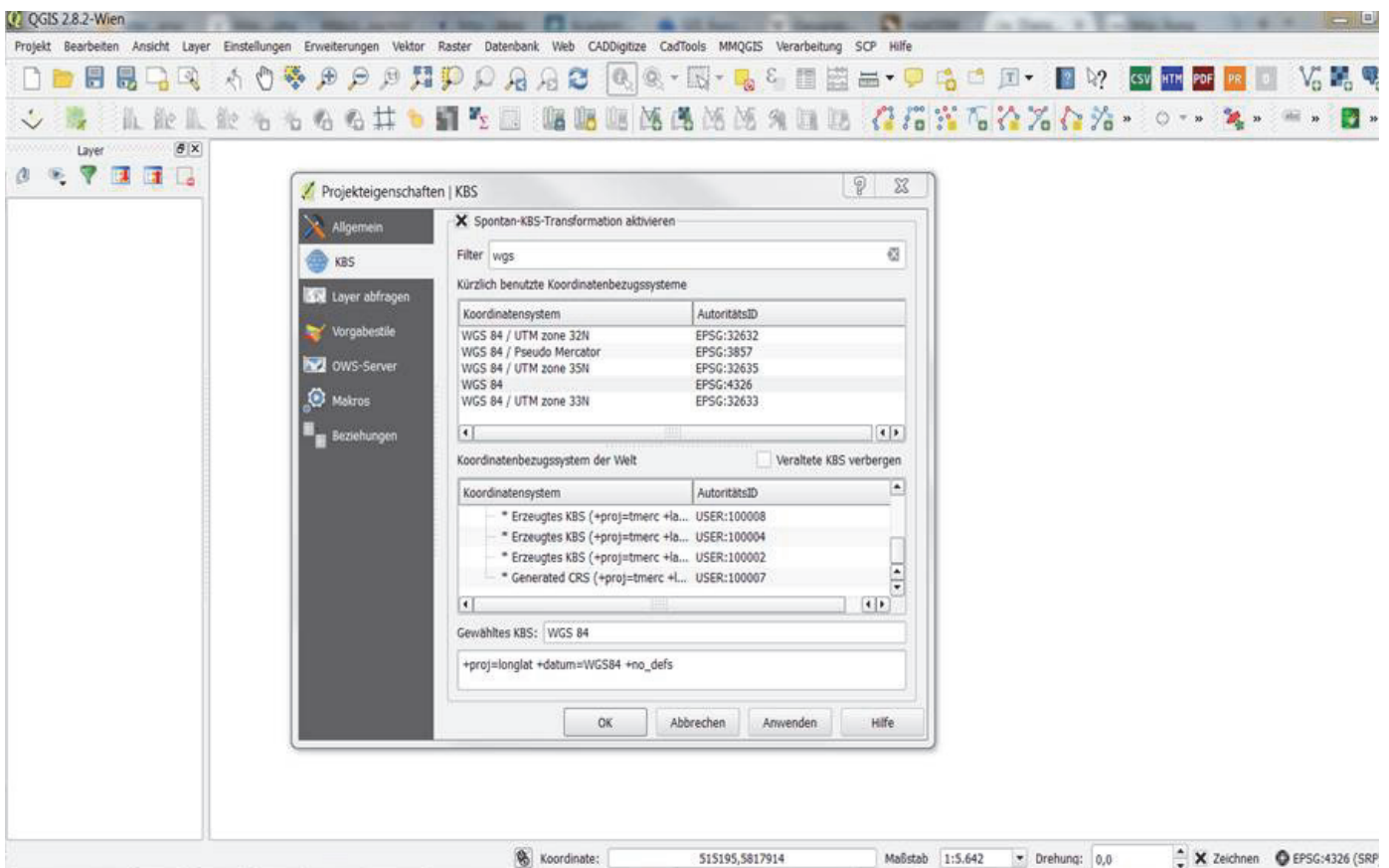
Speichern als „ESRI-Shapefiledatei“ und entsprechenden Pfad im lokalen Laufwerk eingeben sowie die neue Dateibezeichnung.



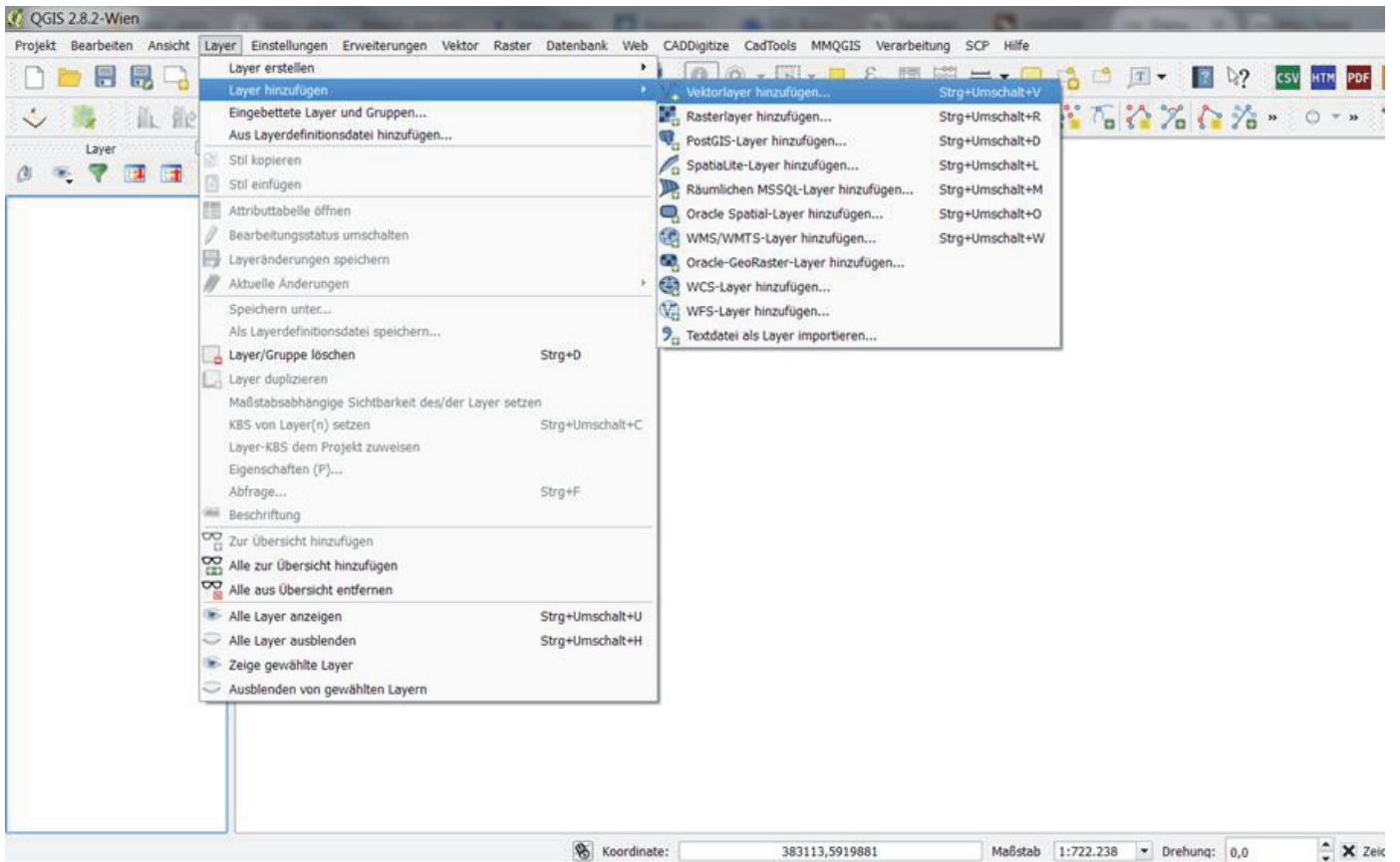
Um beispielsweise die Open-Streetmap (OSM) hinzuladen zu können, muss die Fundstellenkartierung nach EPSG 4326 (WGS 84) transformiert werden. Daher nun das KBS entsprechend einstellen und die neue shape file nicht der Kartierung in UTM hinzufügen.



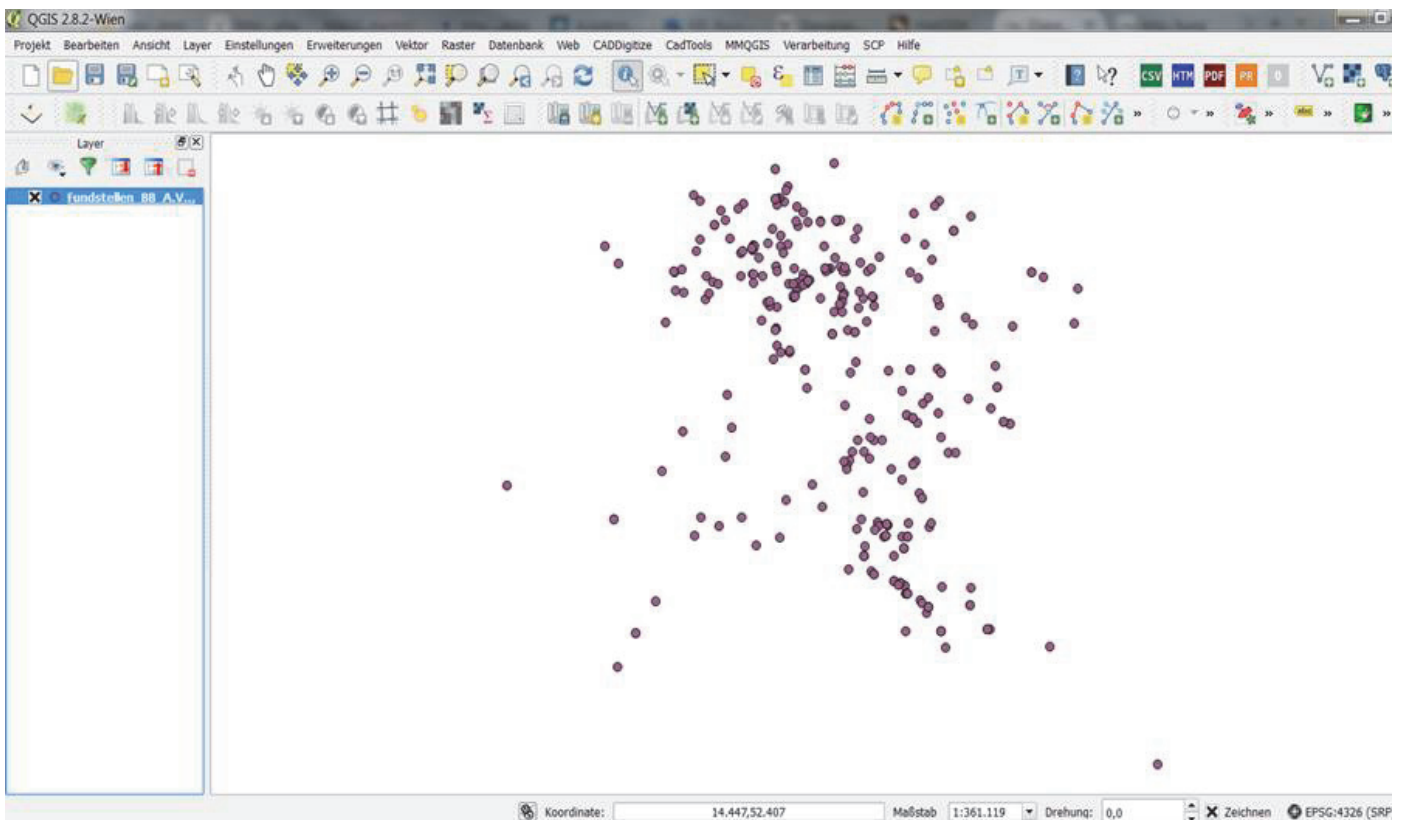
Nun die Kartierung schließen durch markieren beider Layer im Layerfenster und anschließende Abfolge: Rechtsklick > Linksklick auf „entfernen“.

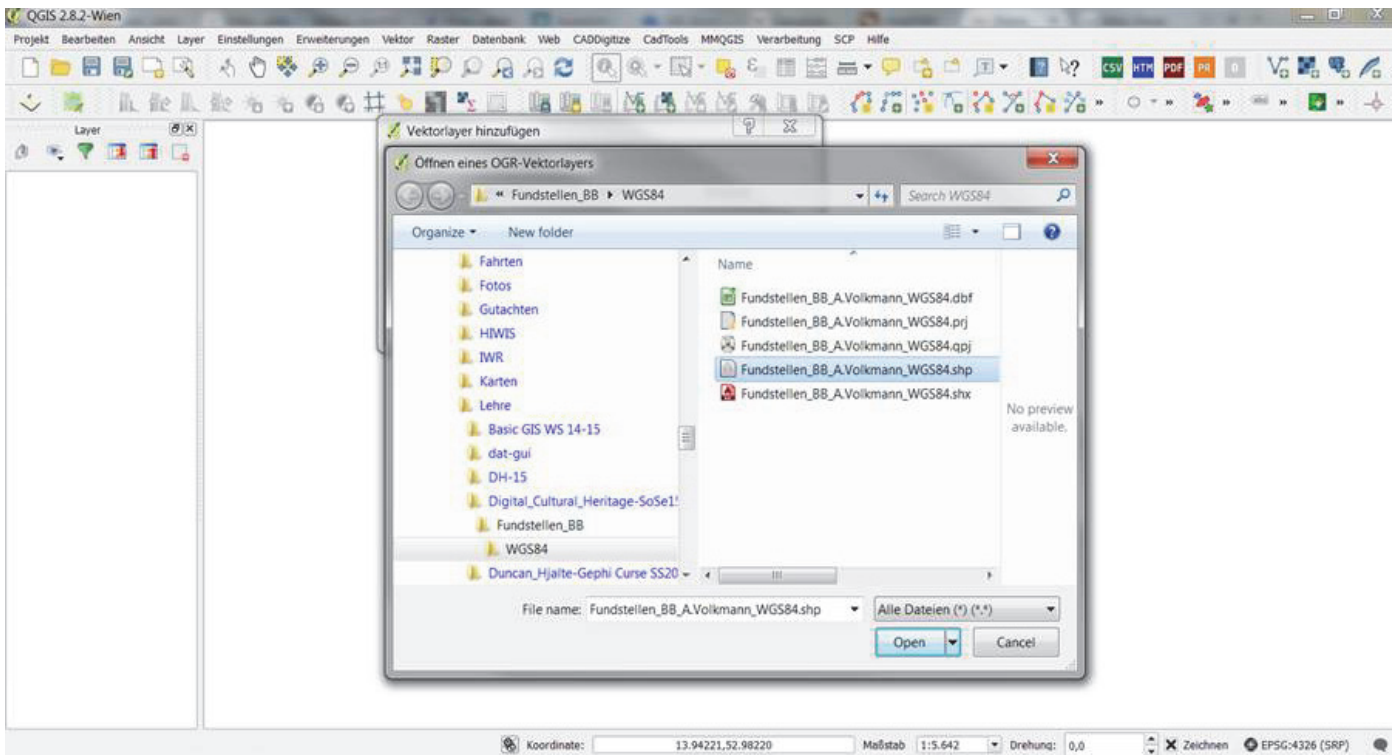


Das Kartenfenster wird rechts unten jetzt auf WGS 84, EPSG 4326 eingestellt (Doppelklick auf das Globussymbol ganz rechts unten).

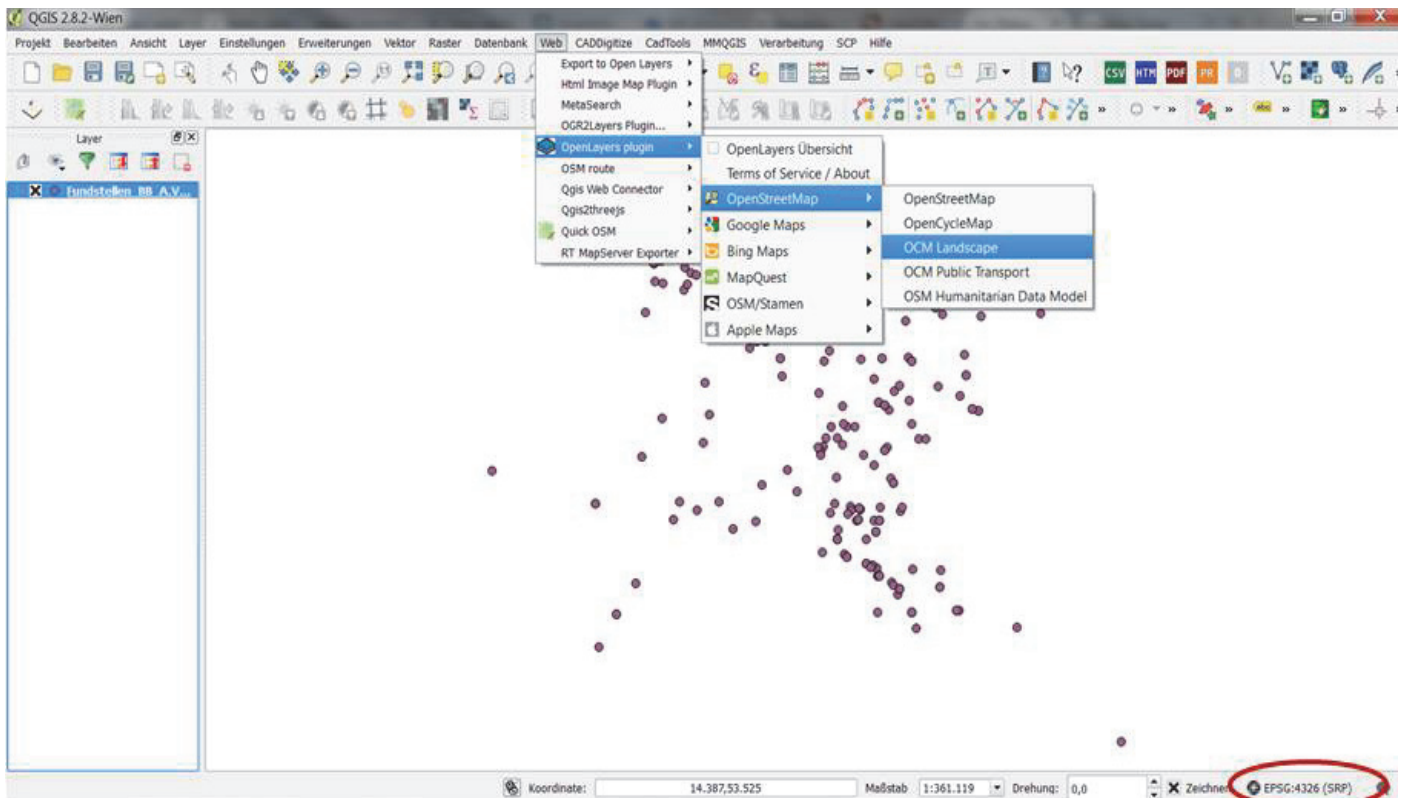


Jetzt wird die zuvor nach EPSG 4326 transformierte Datei durch Auswahl der shp-Fundstellenkartierung geöffnet (siehe folgende Abbildung).

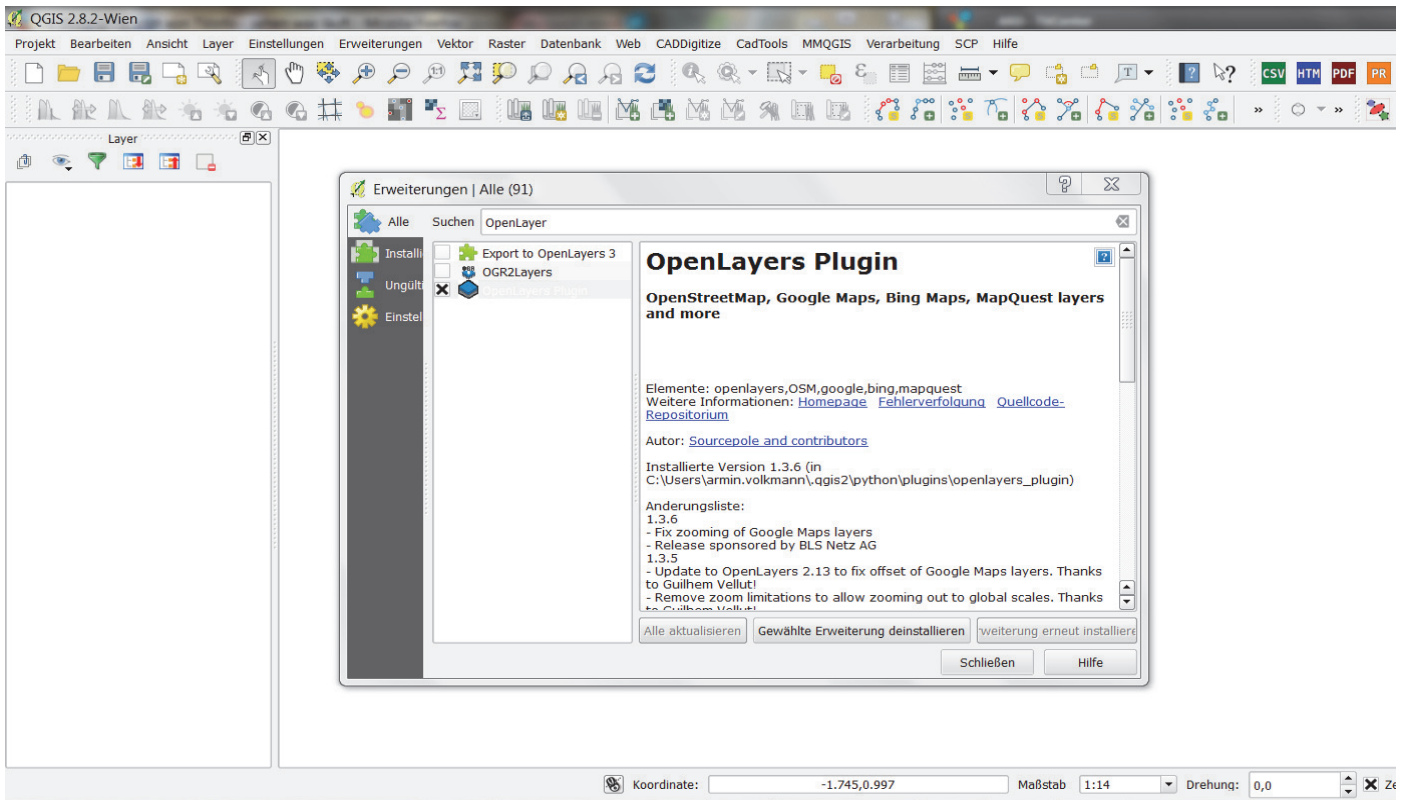




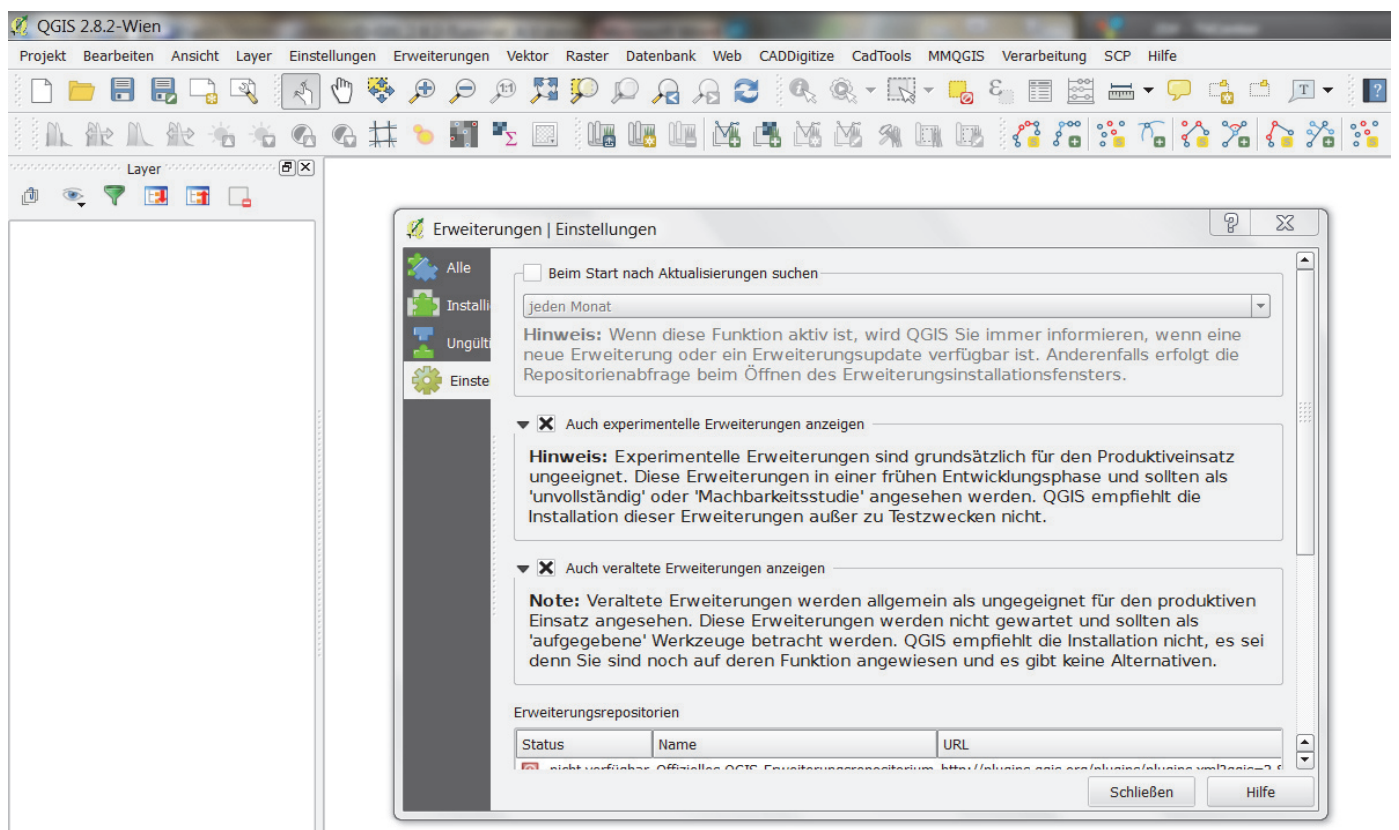
Bei der Transformation von der csv-Tabellen-Verknüpfung in das interoperable, d.h. in allen gängigen GIS verwendbare shape-file-Format entstehen neben der eigentlichen shape file mit Endung .shp vier weitere, gleichnamige Dateien in den die Daten als Tabelle (.dbf), die Koordinaten-Geometrien sowie weitere QGIS-spezifische Informationen gespeichert werden. Für den Datenaustausch reicht es daher nicht nur die shape-file zu kopieren, sondern alle fünf zusammenhängenden Einzeldateien müssen bei Laufwerksänderungen des eigenen PCs oder zum Datenaustausch auf anderen PCs gebündelt verschoben bzw. kopiert und/oder im als „Daten-Paket“ versandt werden.



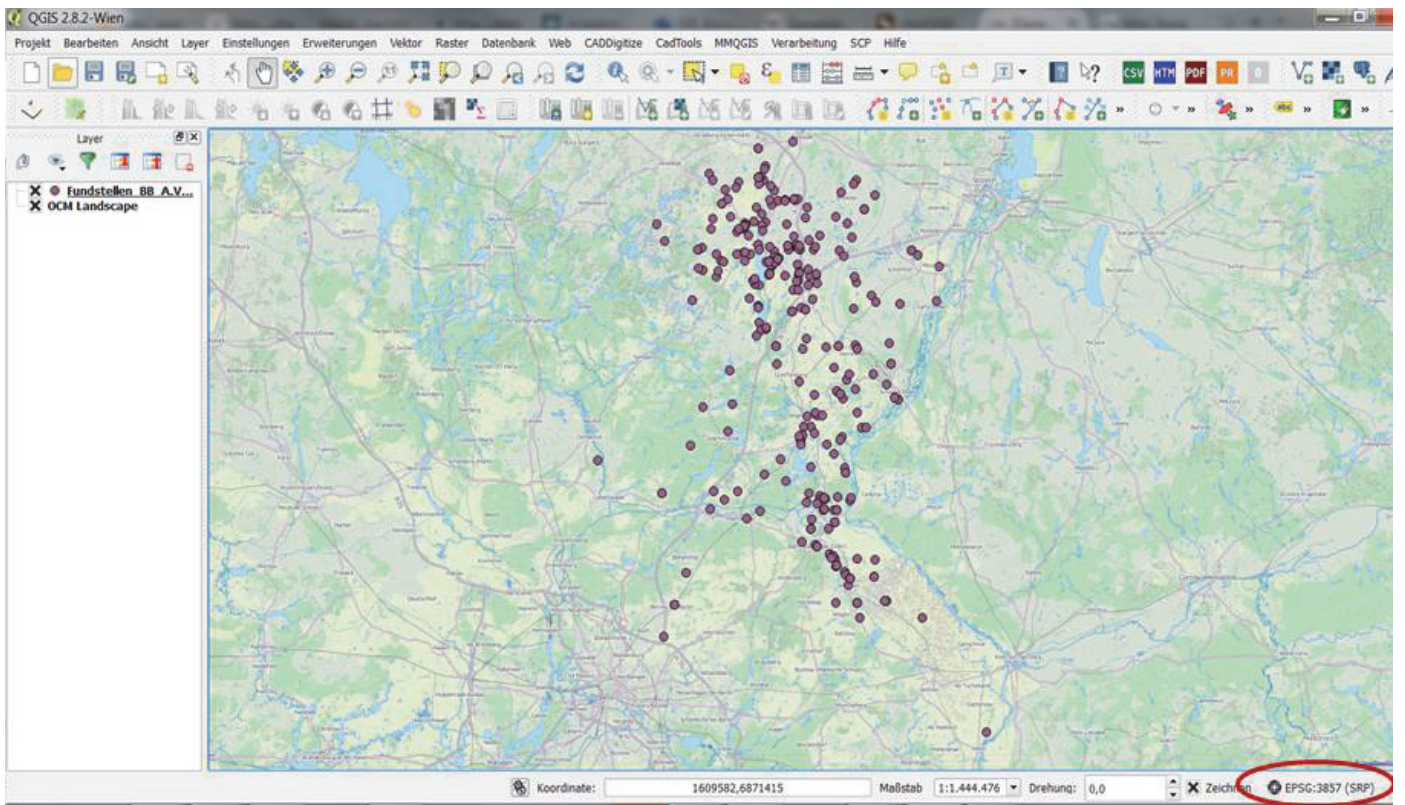
Der Fundstellenkartierung im EPSG 4326 Koordinatensystem kann nun die Open Street Map (OSM) unter > „Web“ > „Openlayers Plugin“ > „OpenStreetMap“ > z.B. „OSM Landscape“ eingefügt werden.



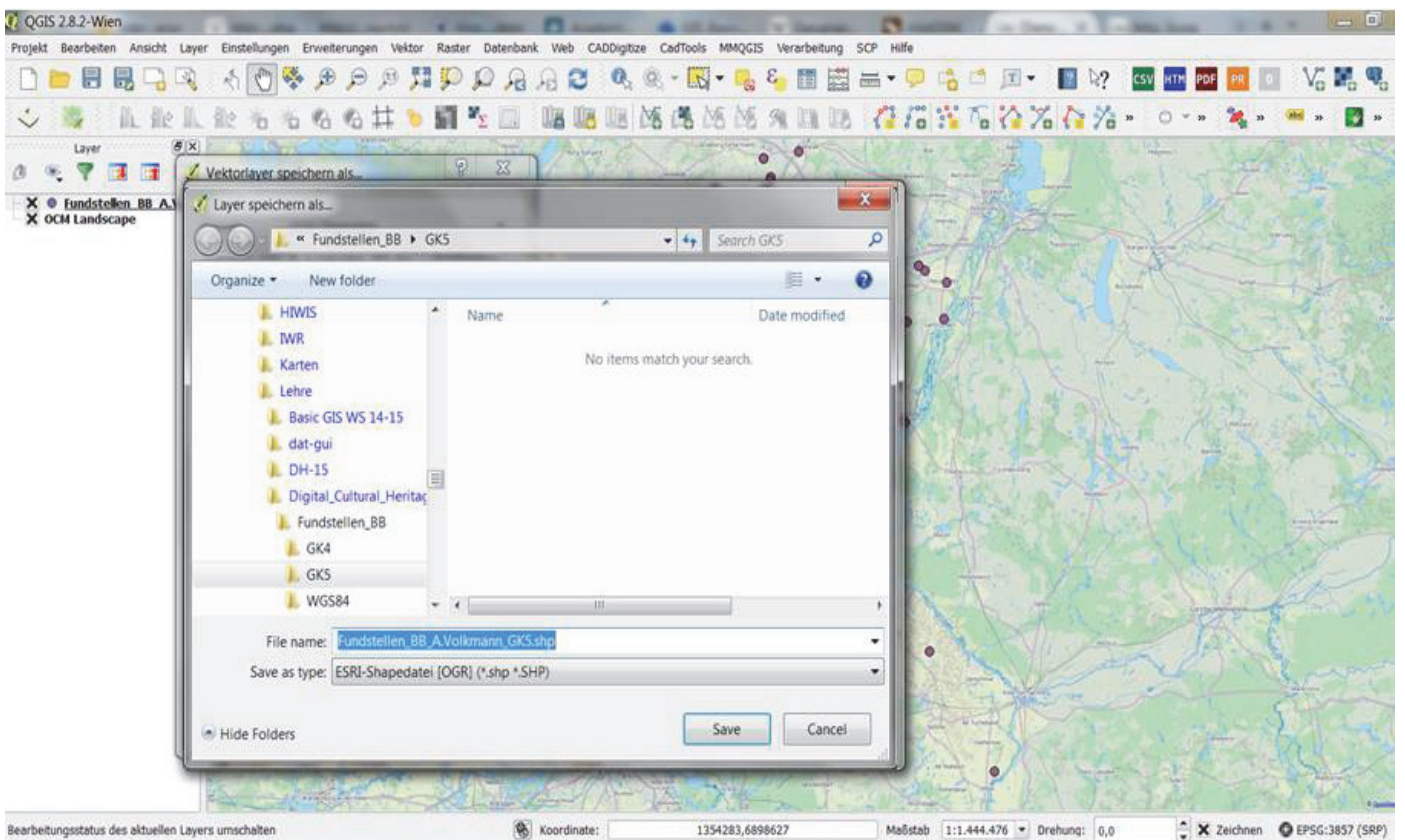
Anfänglich ist QGIS das OpenLayers Plug-In zwar schon installiert, es muss jedoch durch Anklicken aktiviert werden. Unter > „Erweiterungen“ > „Erweiterungen verwalten und installieren“. Im dortigen Dialogfenster wird rechts neben > „suchen“ > „openlayers“ eingegeben und mit setzen des Kreuzes (Klick links) wird das Web-basierte OpenLayers Plug-In aktiviert.



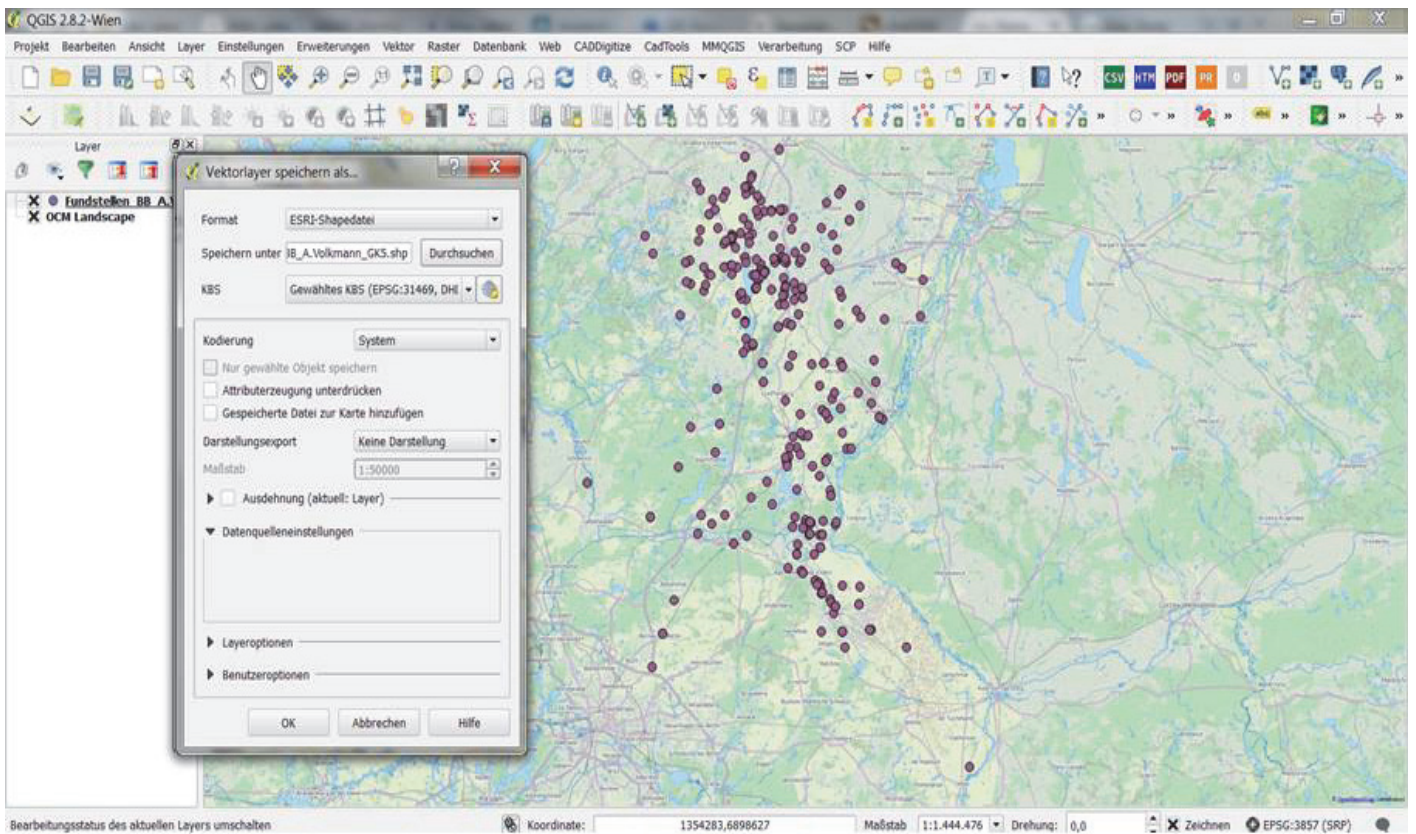
Falls OpenLayers bei der Suche nicht angezeigt wird, so muss zuvor unter Einstellungen (Klick auf das Zahnrad im Dialogfenster) > „auch experimentelle Erweiterung anzeigen“ angeklickt werden. QGIS ist eine lernfähige Software, wobei alle vorherigen Einstellungen (wie Plug-Ins) für die nächste Sitzung automatisiert personalisiert gespeichert werden.



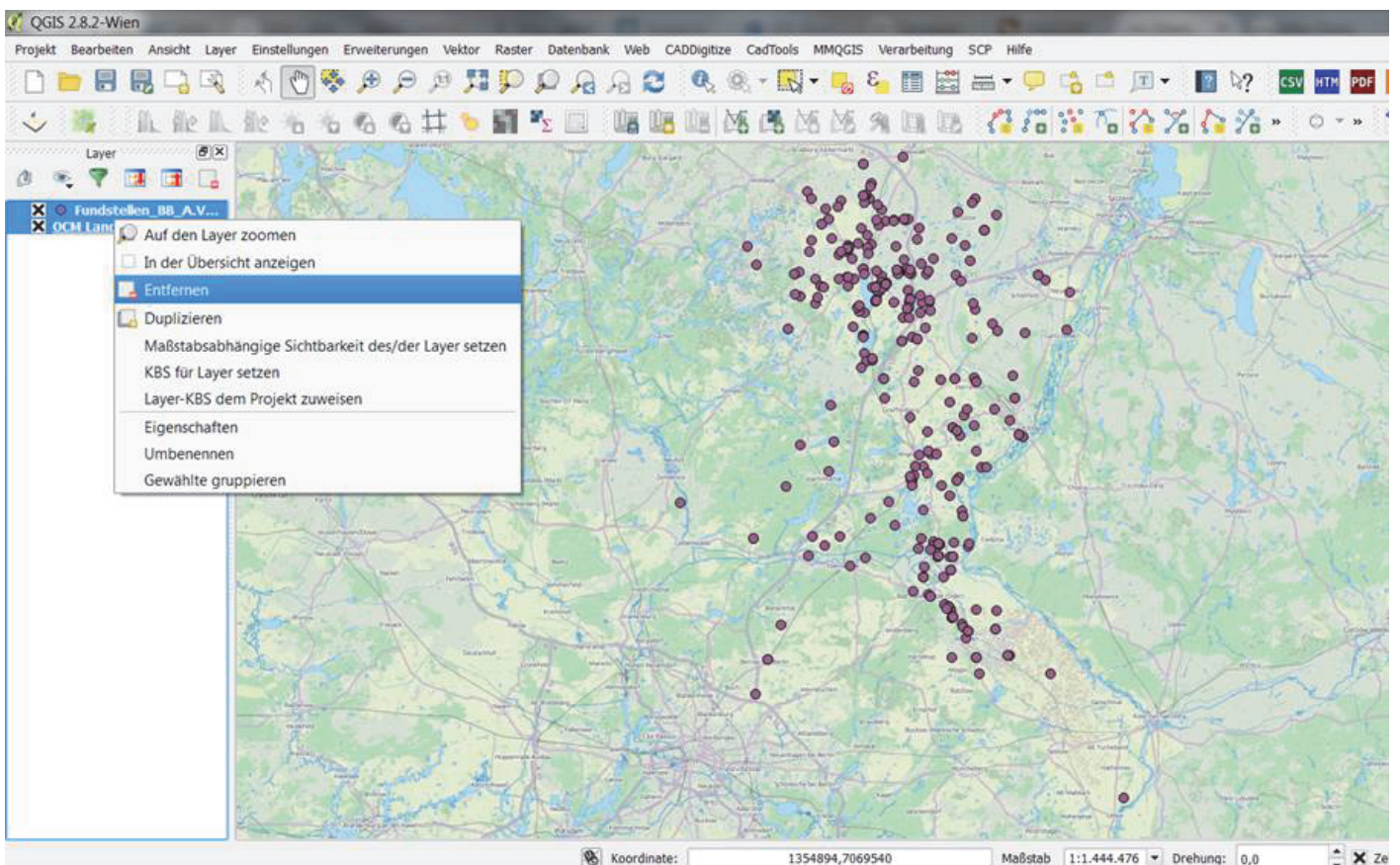
Durch drag-and-drop nach unten in der Layerlage (Layerfenster links) kann auch hier die OSM als Hintergrundkarte angezeigt werden, auf der die Fundstellenkartierung gezeigt wird.



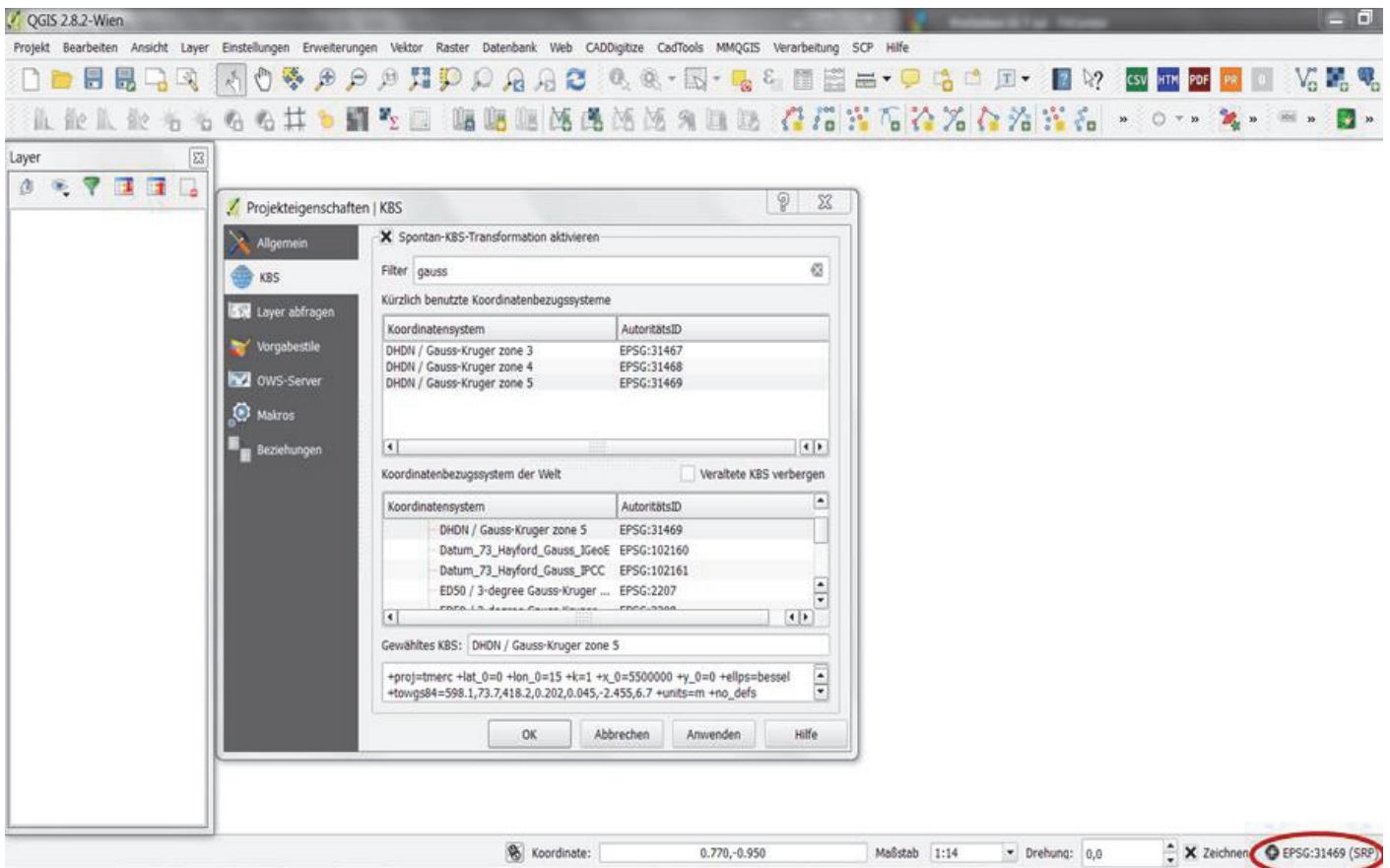
Die Fundstellenkartierung in EPSG 4326 ohne Fehlkartierung kann nun ebenso in das Gauß-Krüger, Zone 5 Koordinatensystem transformiert werden, wie bereits gezeigt: > rechter Klick auf Layer > Layer speichern als > ESRI Shapedatei > Speichern unter Pfadabgabe für die Dateikopie (siehe folgende Abbildung).



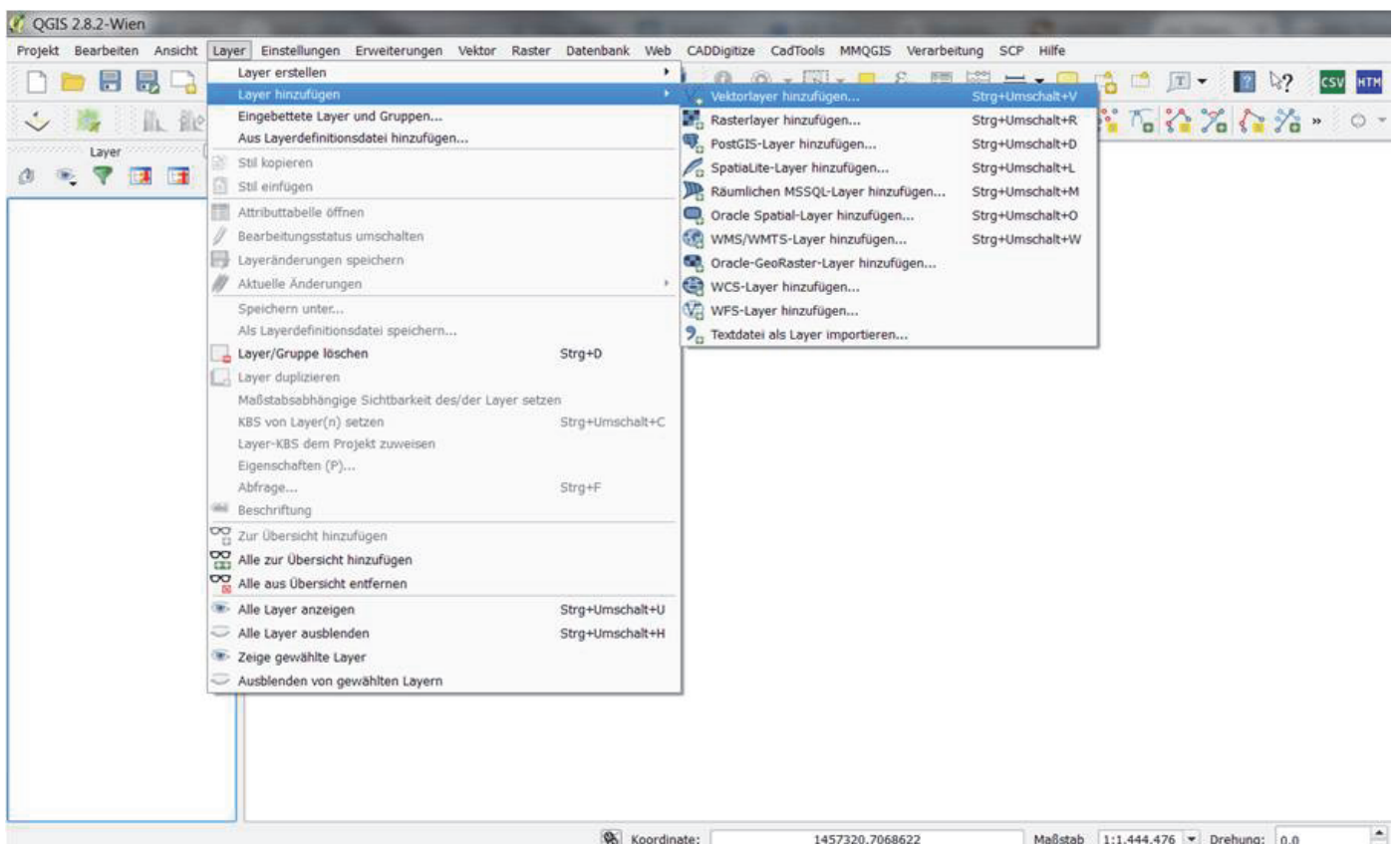
Die Koordinaten-Transformation ist einfach durch das Abspeichern einer transformierten Kopie möglich (s. vorhergehende Abbildung). Im Dialogfenster wird das gewünschte Ziel-Koordinatensystem unter > KBS eingestellt.



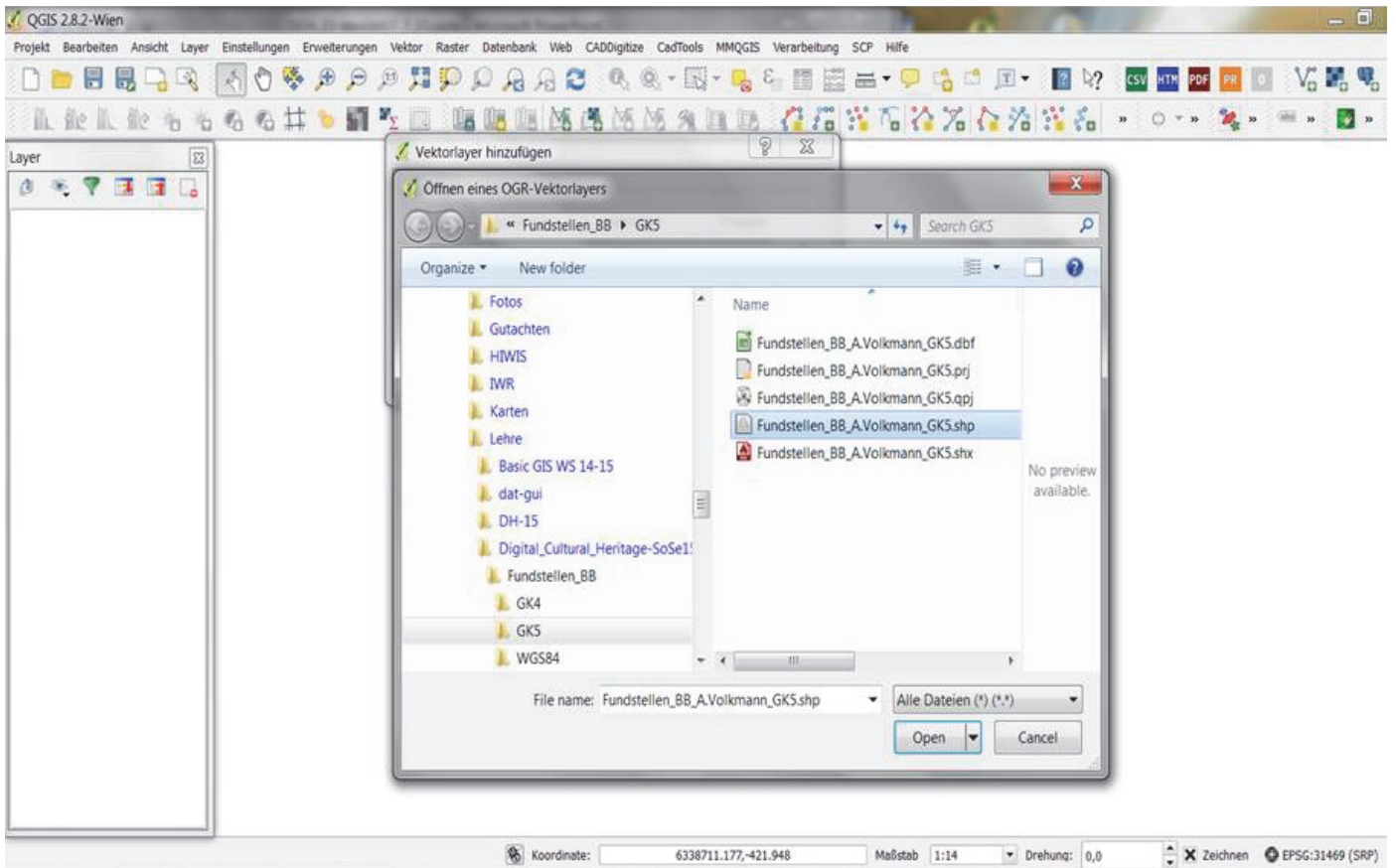
Zum Öffnen eines Kartenfensters im Gauß-Krüger-Koordinatensystem müssen zuerst alle bereits geöffneten Layer geschlossen werden.



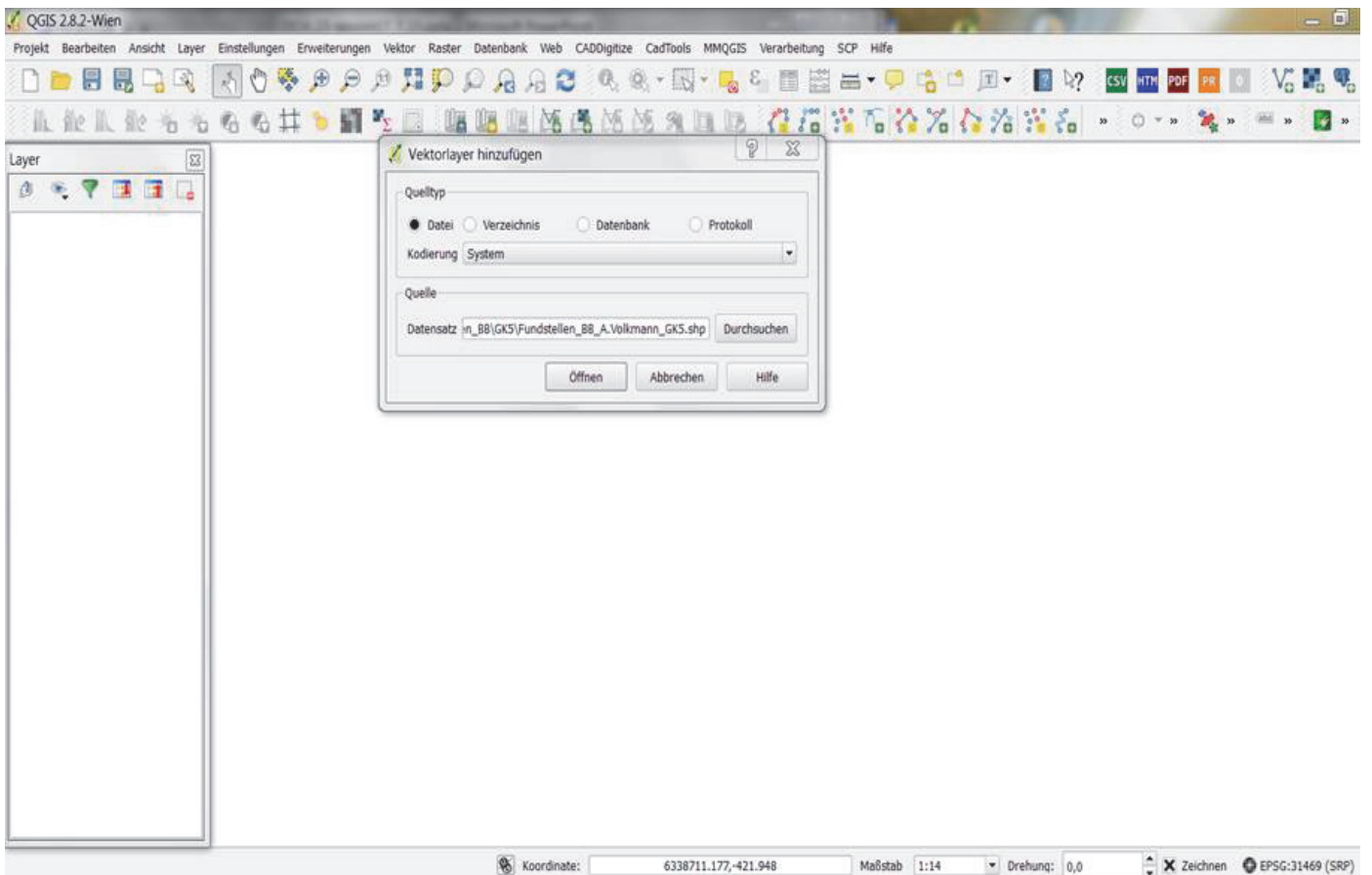
Anschließend wird das Koordinatensystem auf Gauß-Krüger rechts unten durch klicken auf den kleinen Globus eingestellt.



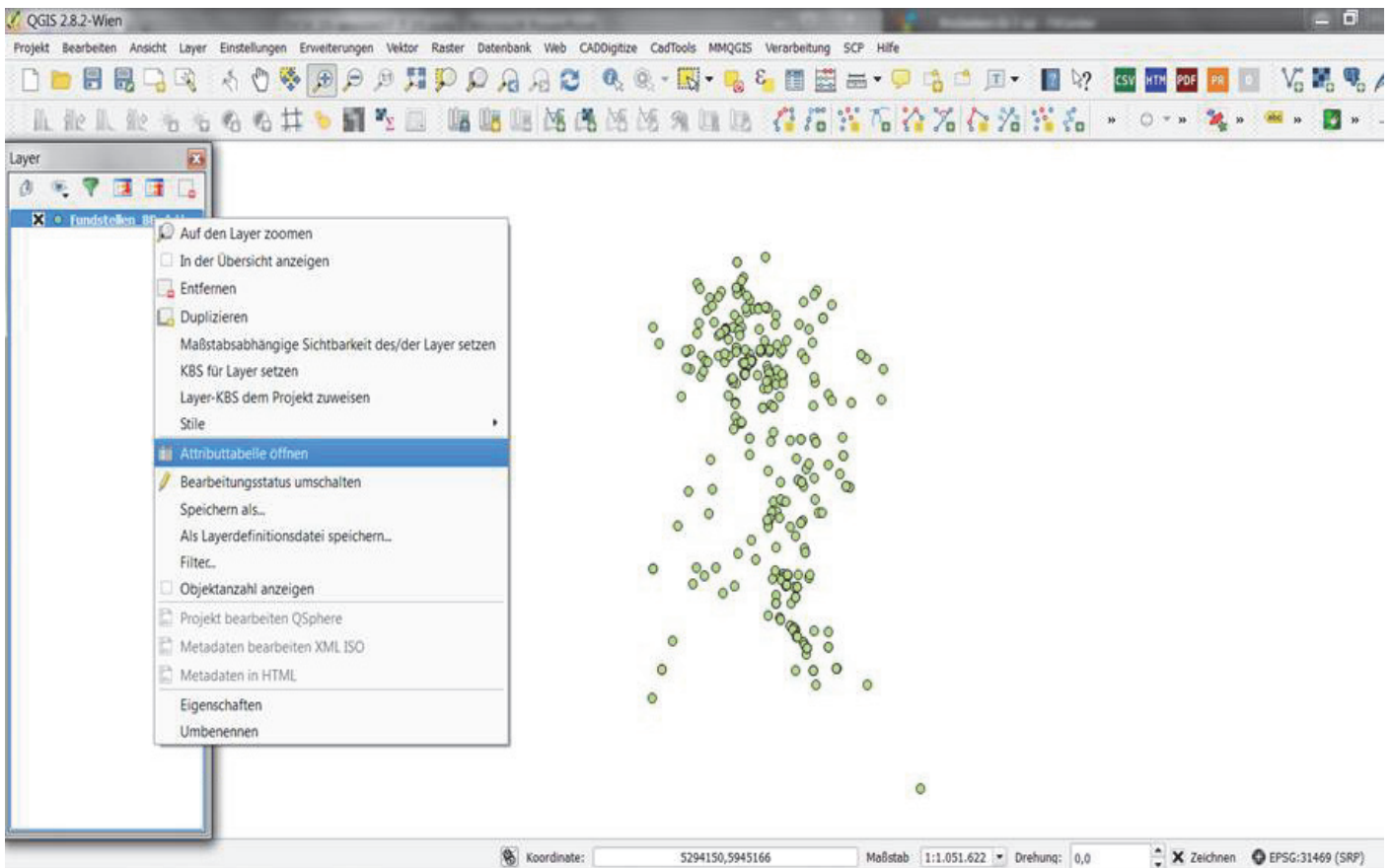
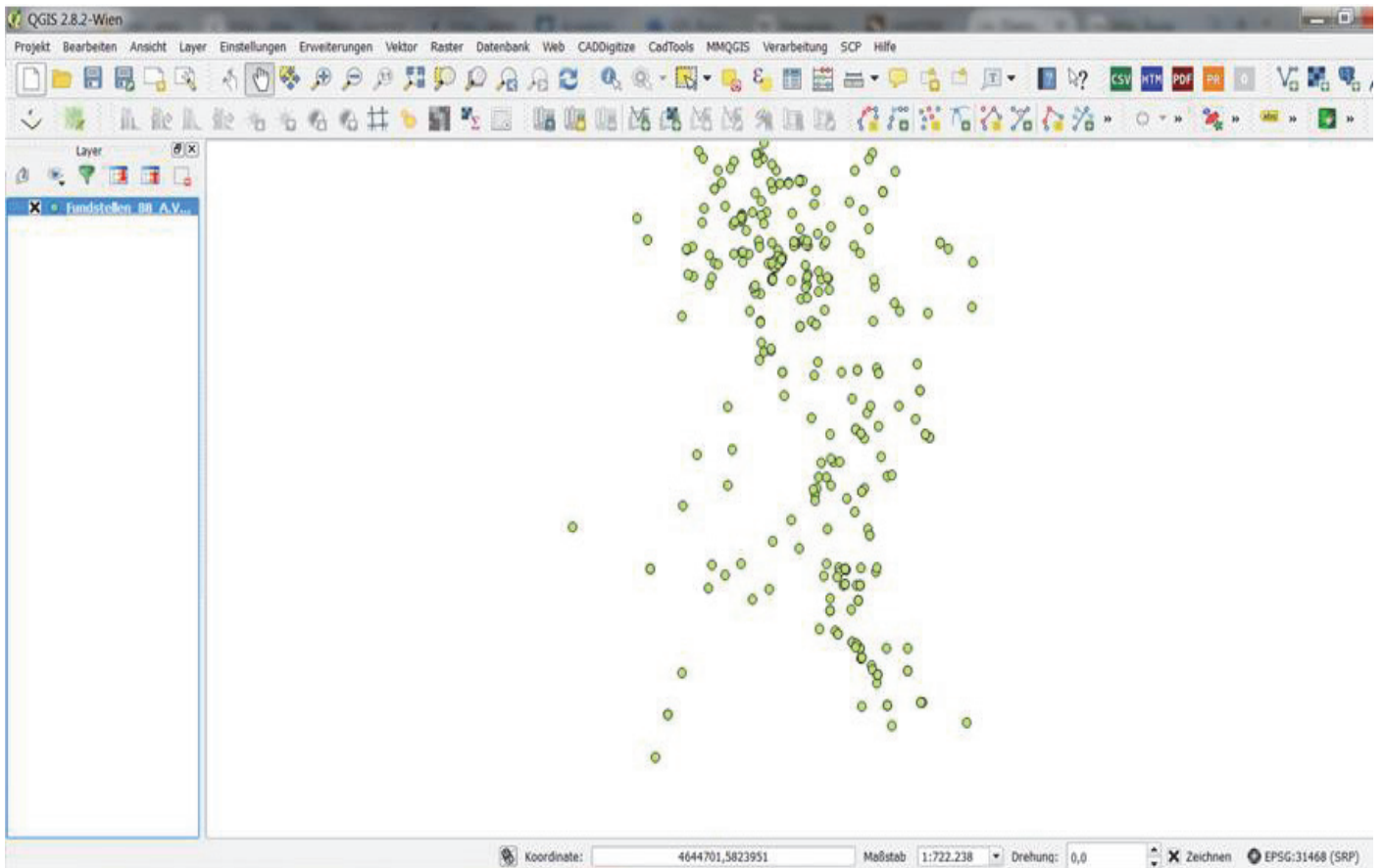
Im Gauß-Krüger-Kartenfenster wird nun die Gauß-Krüger Fundstellenkartierung als „Vektorlayer hinzugefügt“, unter > „Layer“, > „Layer hinzufügen“.



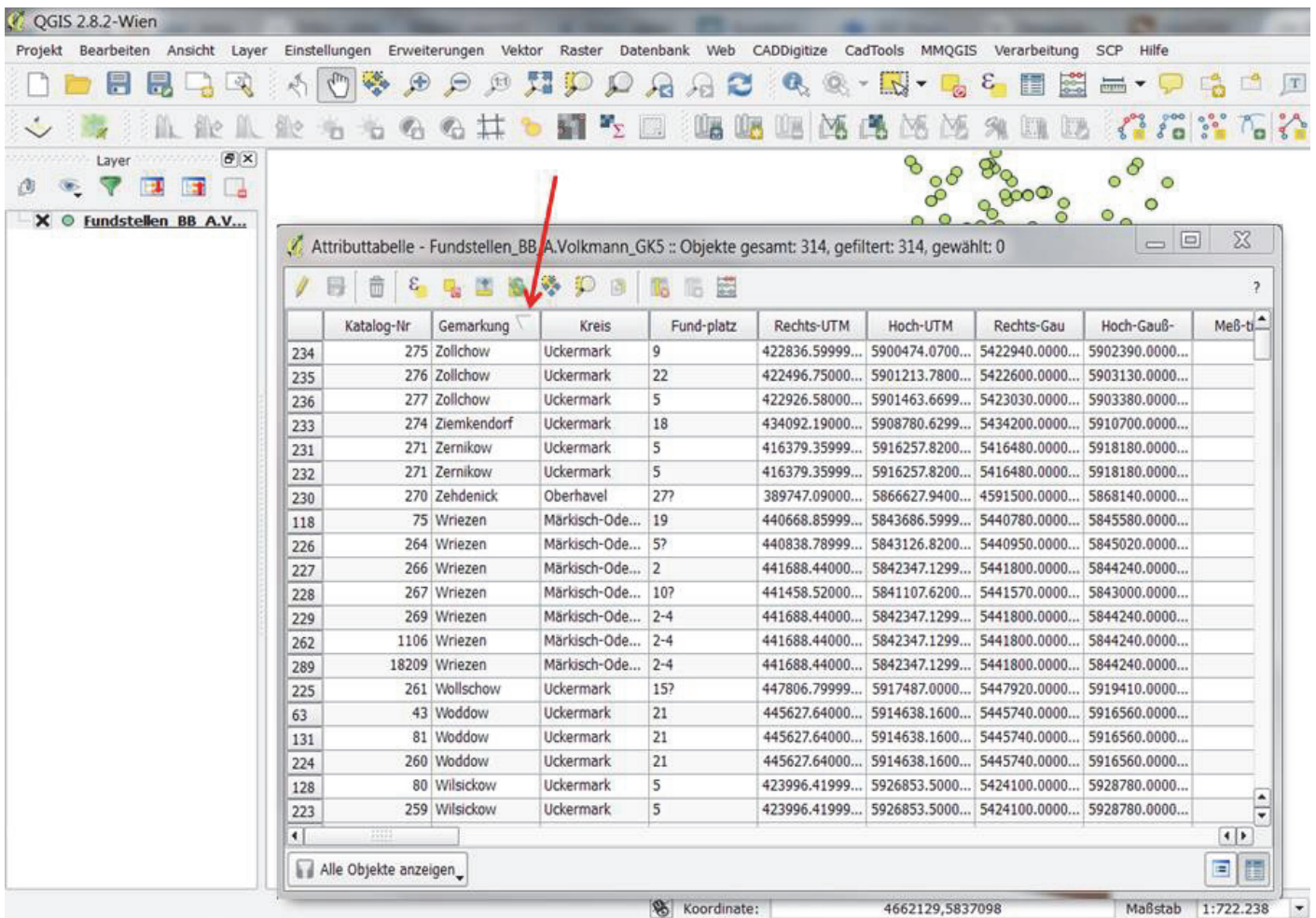
Und im Dialogfenster wird der shape file-Pfad eingegeben und mit > „öffnen“ bestätigt.



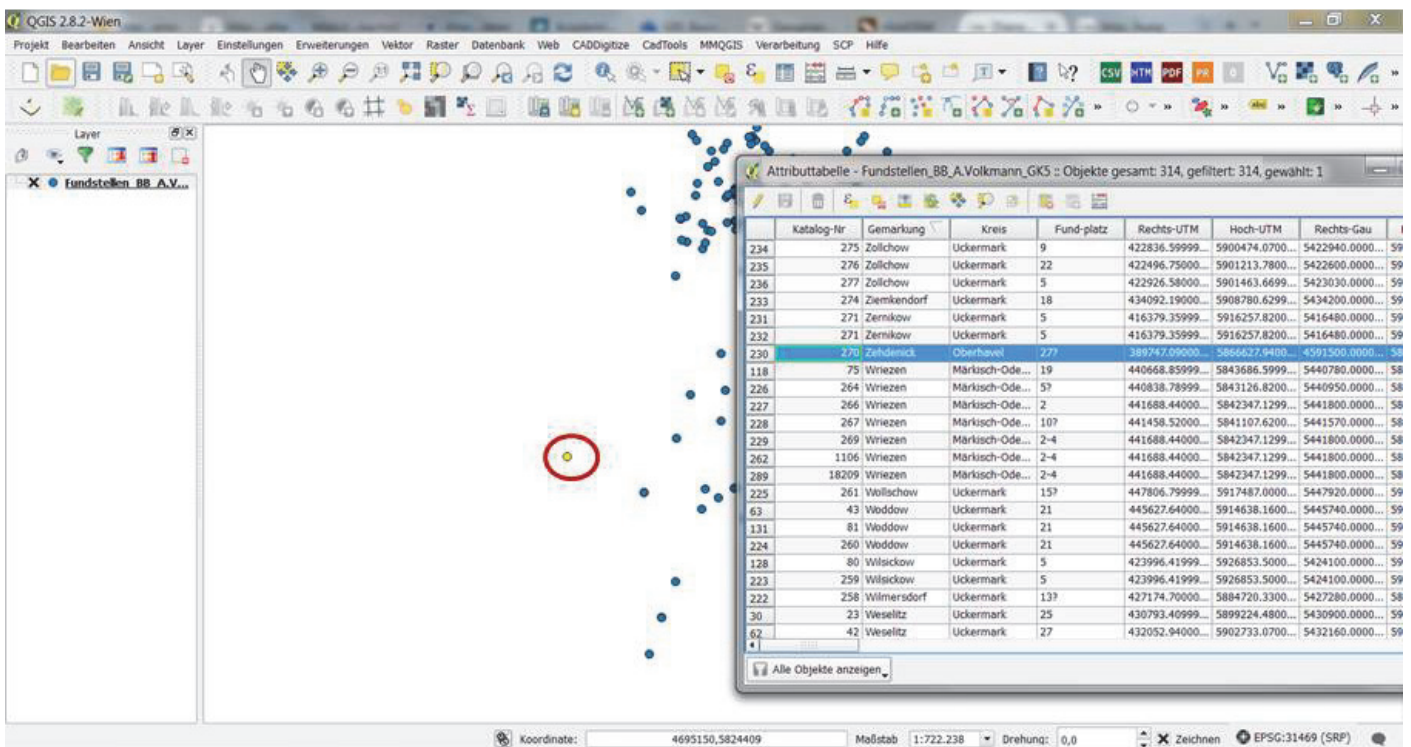
Nach der Eingabe des shp-Dateipfades wird das Hinzufügen des Vektorlayers mit > „öffnen“ eingeleitet (siehe unten).



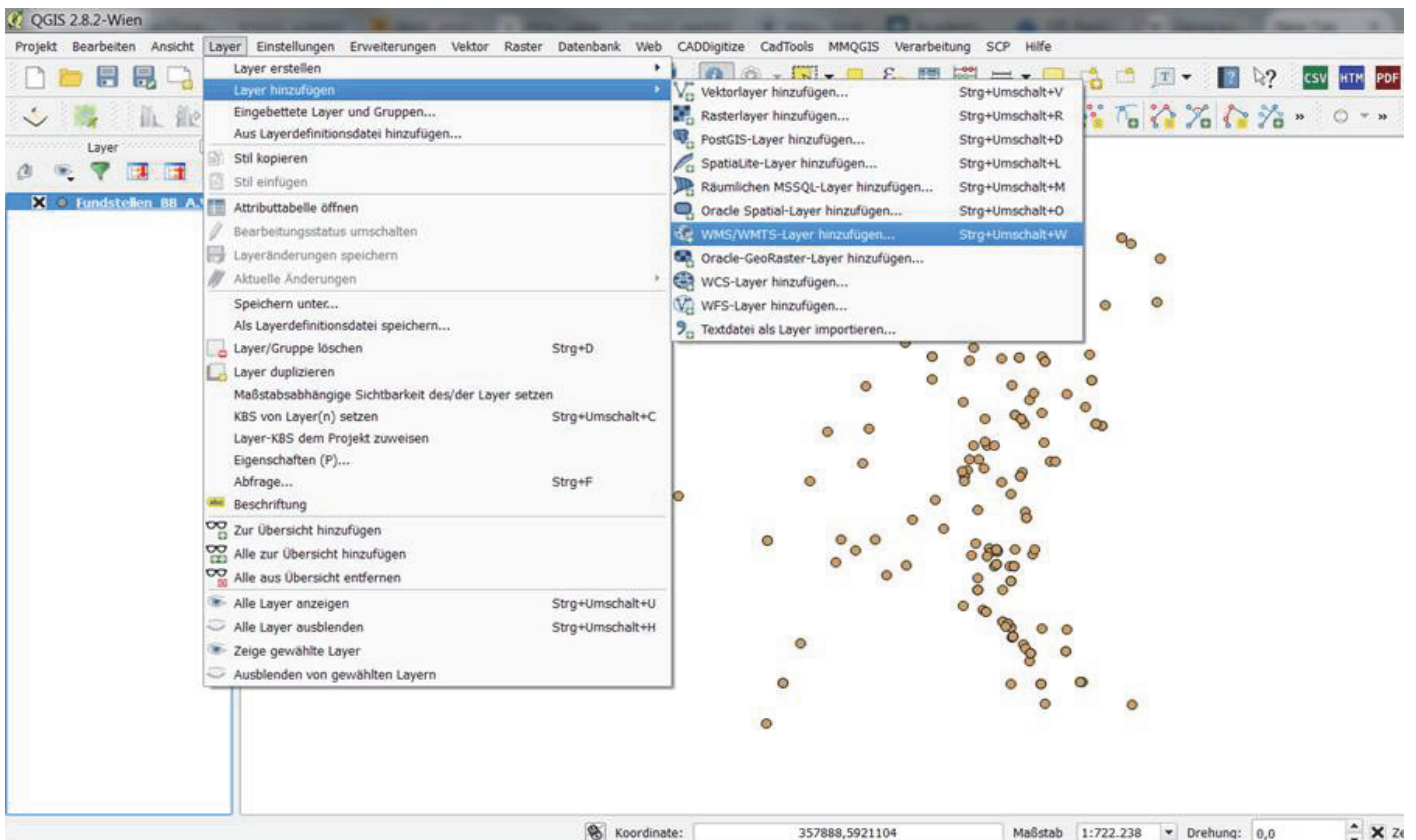
Um die zu jedem Fundpunkt zugehörigen Informationen der Tabelle anzuzeigen wird durch einen Rechtsklick auf den Layer im Layerfenster im erscheinenden Funktionsfenster mit einem Linksklick auf > „Attributtabelle öffnen“ die zugehörige Tabelle angezeigt (siehe folgende Abbildung).



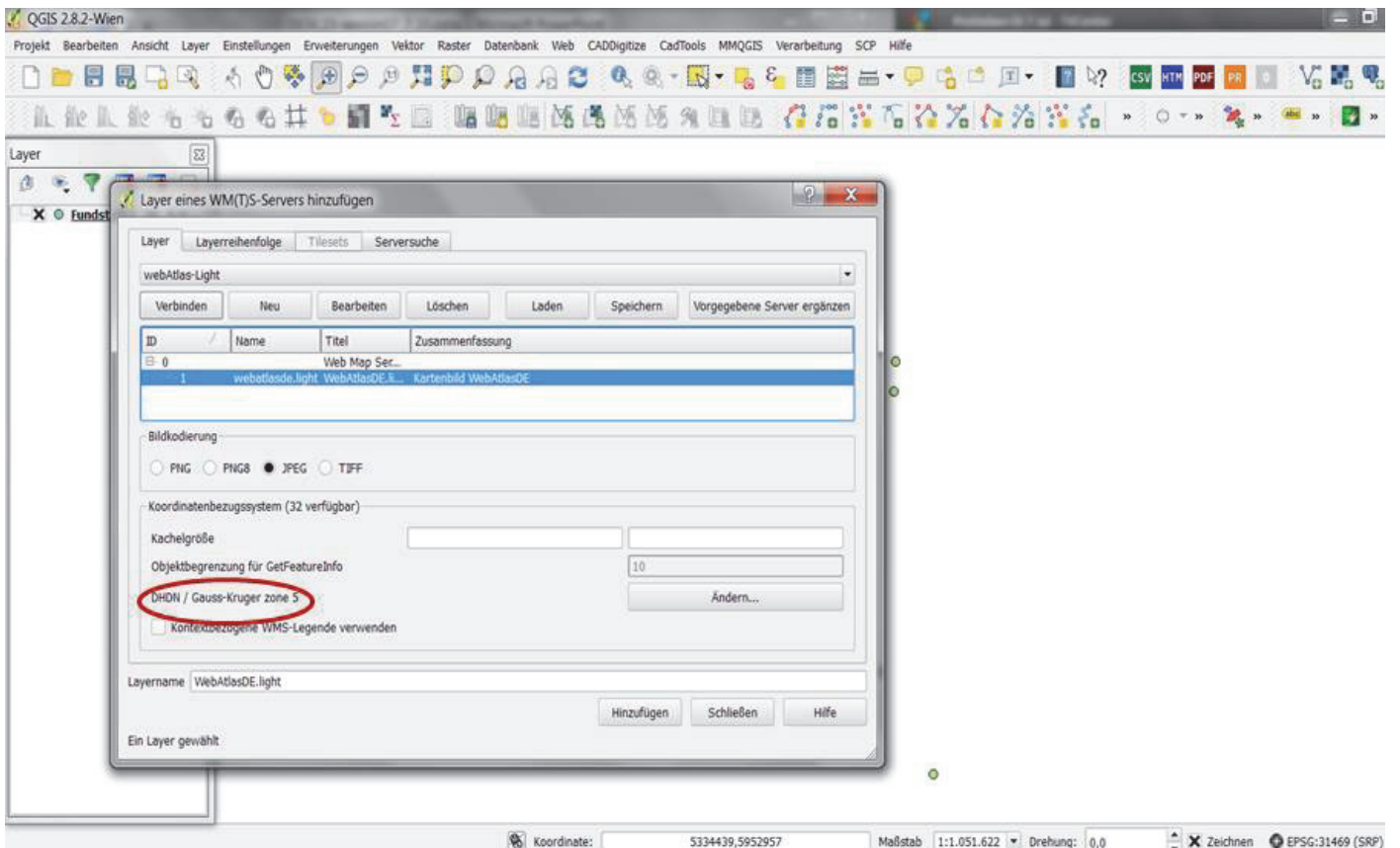
In der Attributtabelle können die Datensätze in den Zeilen alphabetisch durch Klicken auf das kleine kopfstehende Dreieck sortiert werden, wobei der Zeilenzusammenhang jedes Fundpunktes auch nach dem Sortieren erhalten bleibt.

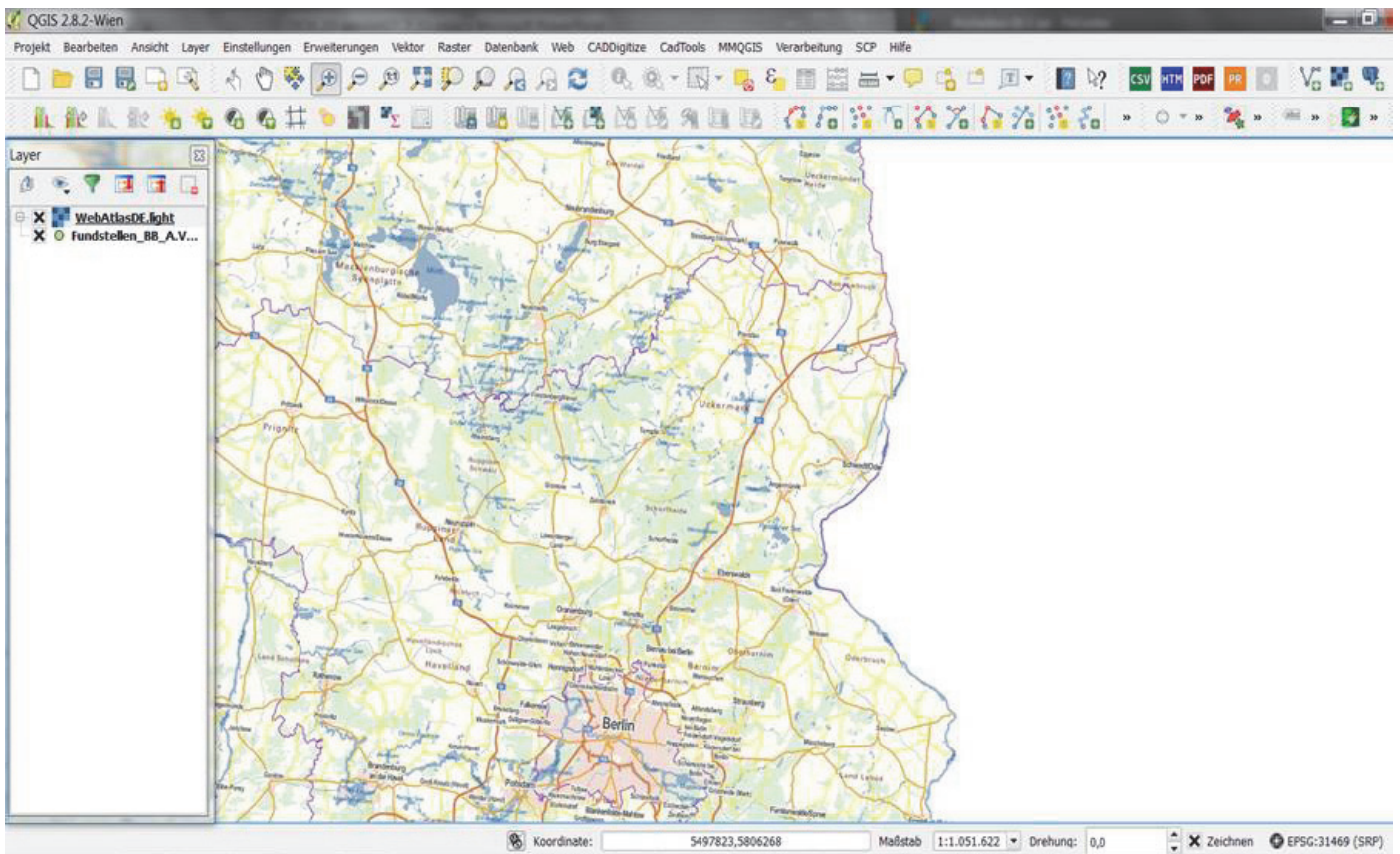


Wird ein Datensatz in einer Zeile oder auch mehreren ausgewählt und dabei in der Tabelle markiert, so wird gleichzeitig automatisch der oder die dazugehörige/n Fundpunkt/e ebenso markiert (im Kartenfenster rot umrandet).

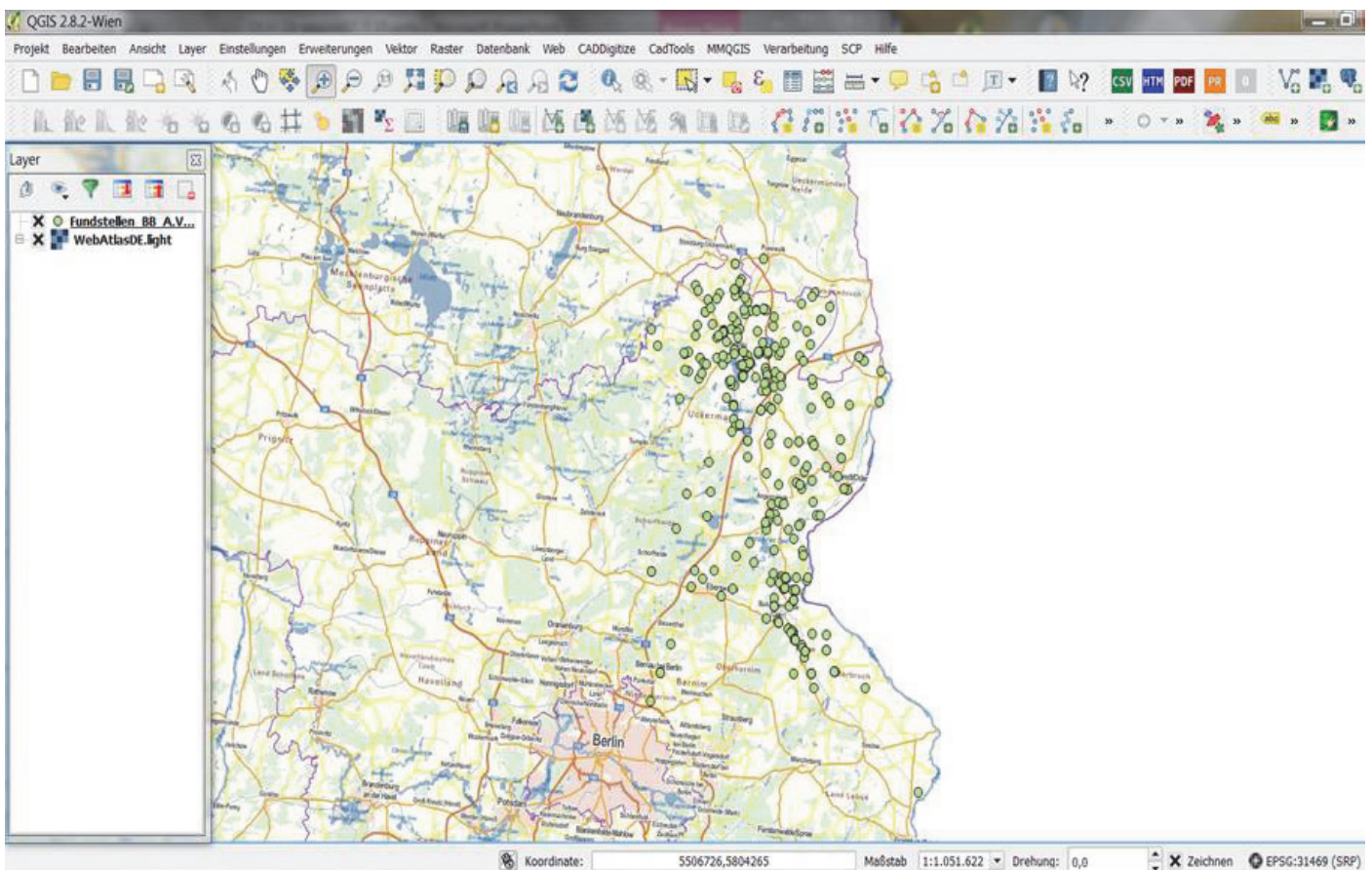


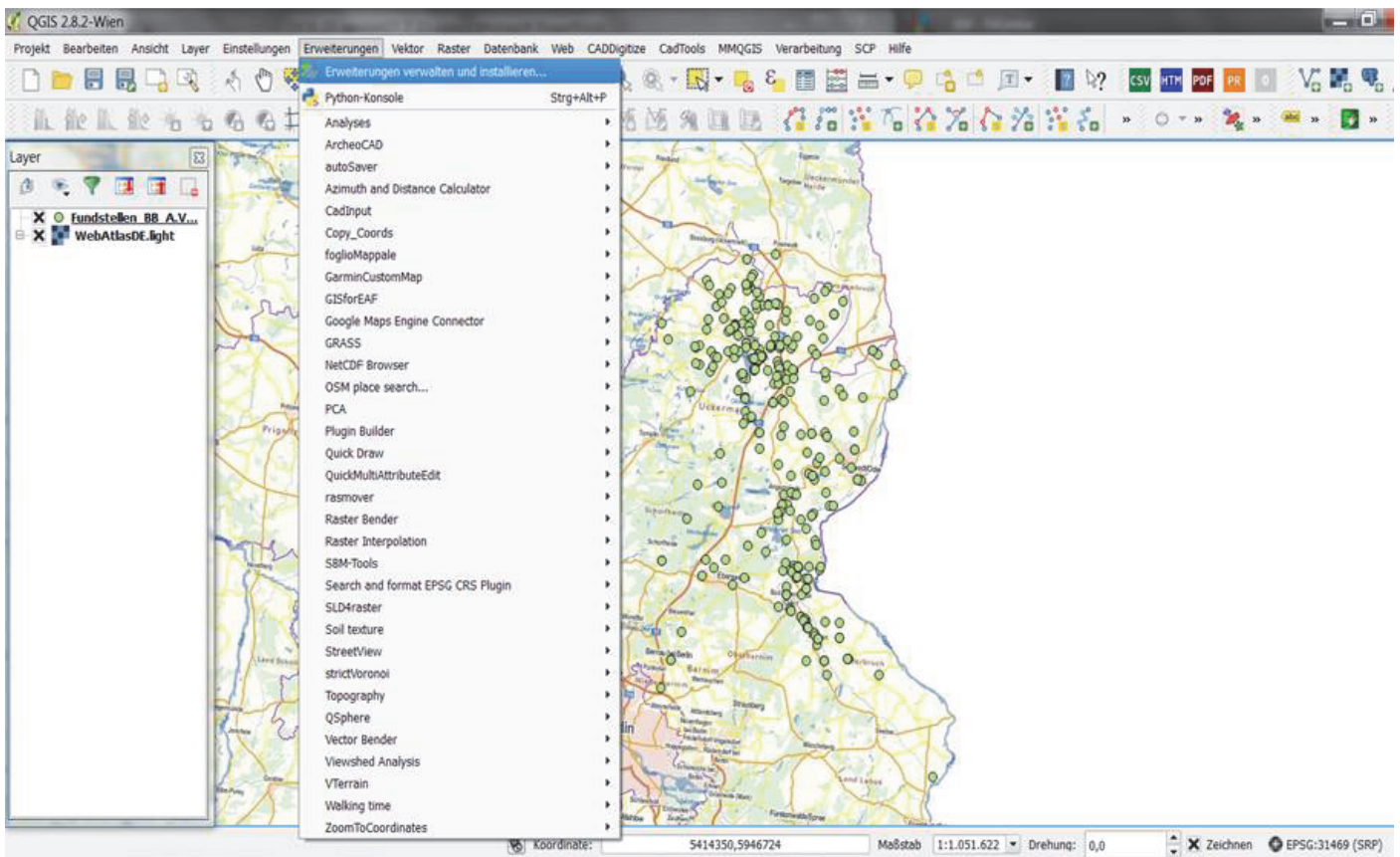
Die meisten deutschen WMS-Dienste können in den in Deutschland gebräuchlichen Koordinatensystemen, wie z.B. UTM und Gauß-Krüger, projiziert werden (siehe unten). Dahingegen können via OpenLayers-Plug-In nur Kartierungen im international gebräuchlichen EPSG 4326 bzw. im dazu kompatiblen EPSG 3857 Koordinatensystemen vorgenommen werden. Diese haben den Nachteil, da sie weltweit verwendbar sind, dass regionalspezifische Erdellipsoid-Eigenschaften nur kompromisshaft berücksichtigt werden, sodass sie im Vergleich zu regional angepassten Koordinatensystemen, wie Gauß-Krüger, ungenauer sind, was besonders in der im Folgenden gezeigten Mikroebene kleinmaßstäbiger Kartierungen verfälschend zum Vorschein tritt.



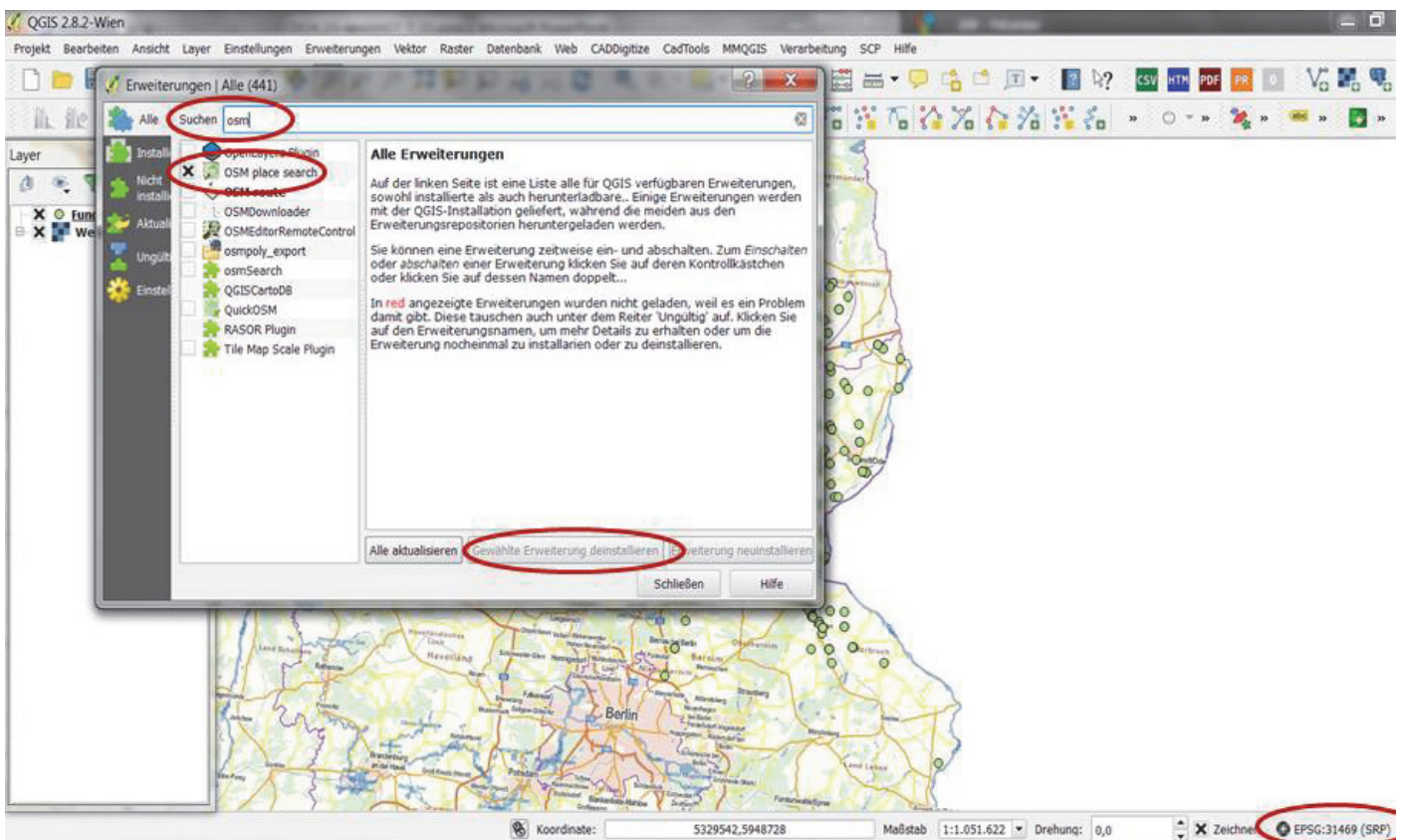


Der Nachteil von regionalspezifischen Koordinatensystemen ist, dass sie meist nicht grenzüberschreitend gebräuchlich sind und damit dort weder vorliegen noch verwendbar sind, wie wir hier in der Abbildung rechts für West-Polen sehen, das östlich der exemplarischen Untersuchungsregion Brandenburgs liegt. Fundstellenkartierungen beschränken sich verwaltungsbedingt oft auf Gebiete in modernen Staaten, und suggerieren somit teilweise einseitige Fundstellenschwerpunkte (s. Abbildung unten).

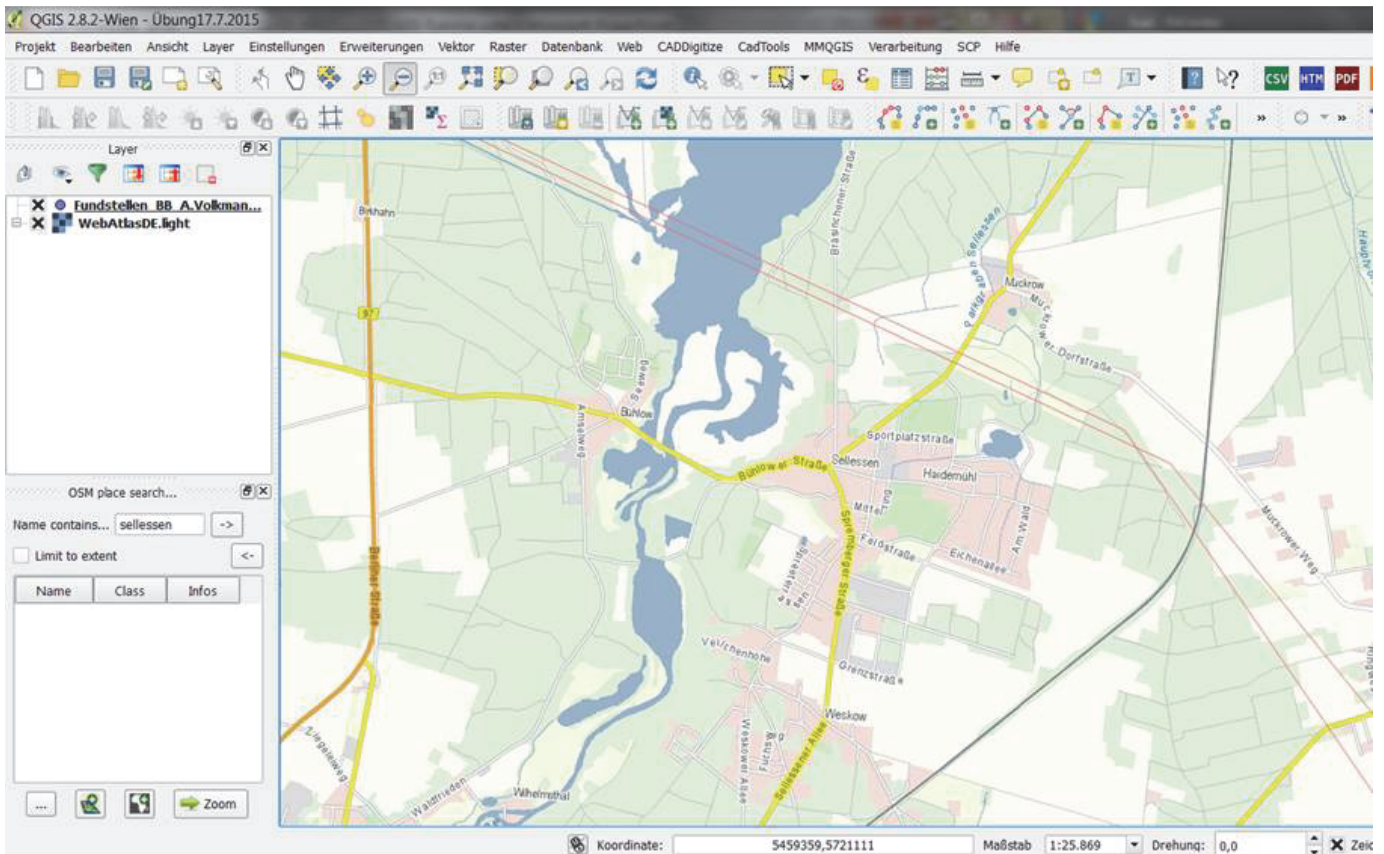




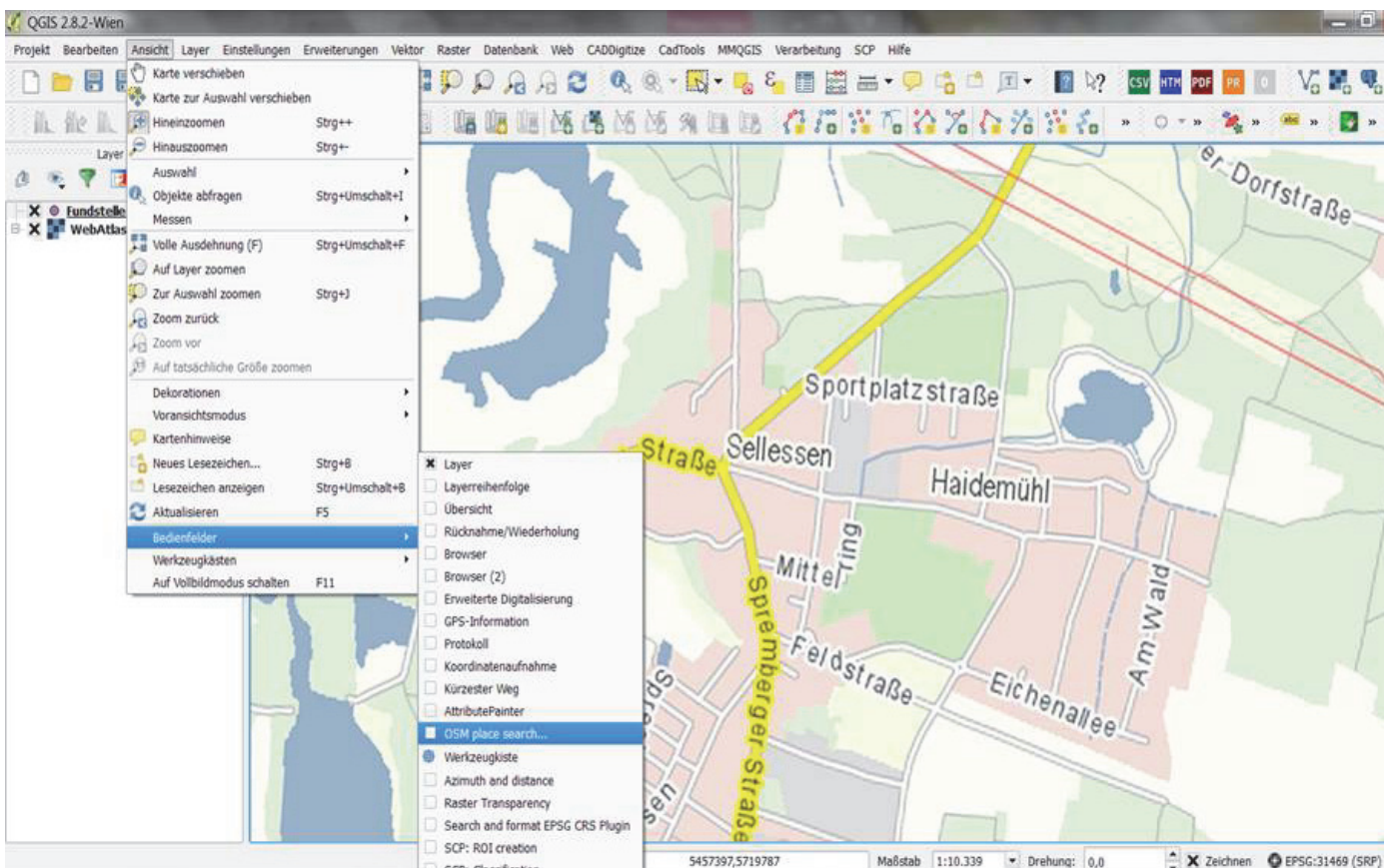
Für die Open Source QGIS werden ständig neue Plug-Ins entwickelt, die via Download in QGIS implementiert werden können: > „Erweiterungen“ > „Erweiterungen verwalten und installieren“. Dort ist eine Suche, wie unten gezeigt, möglich.



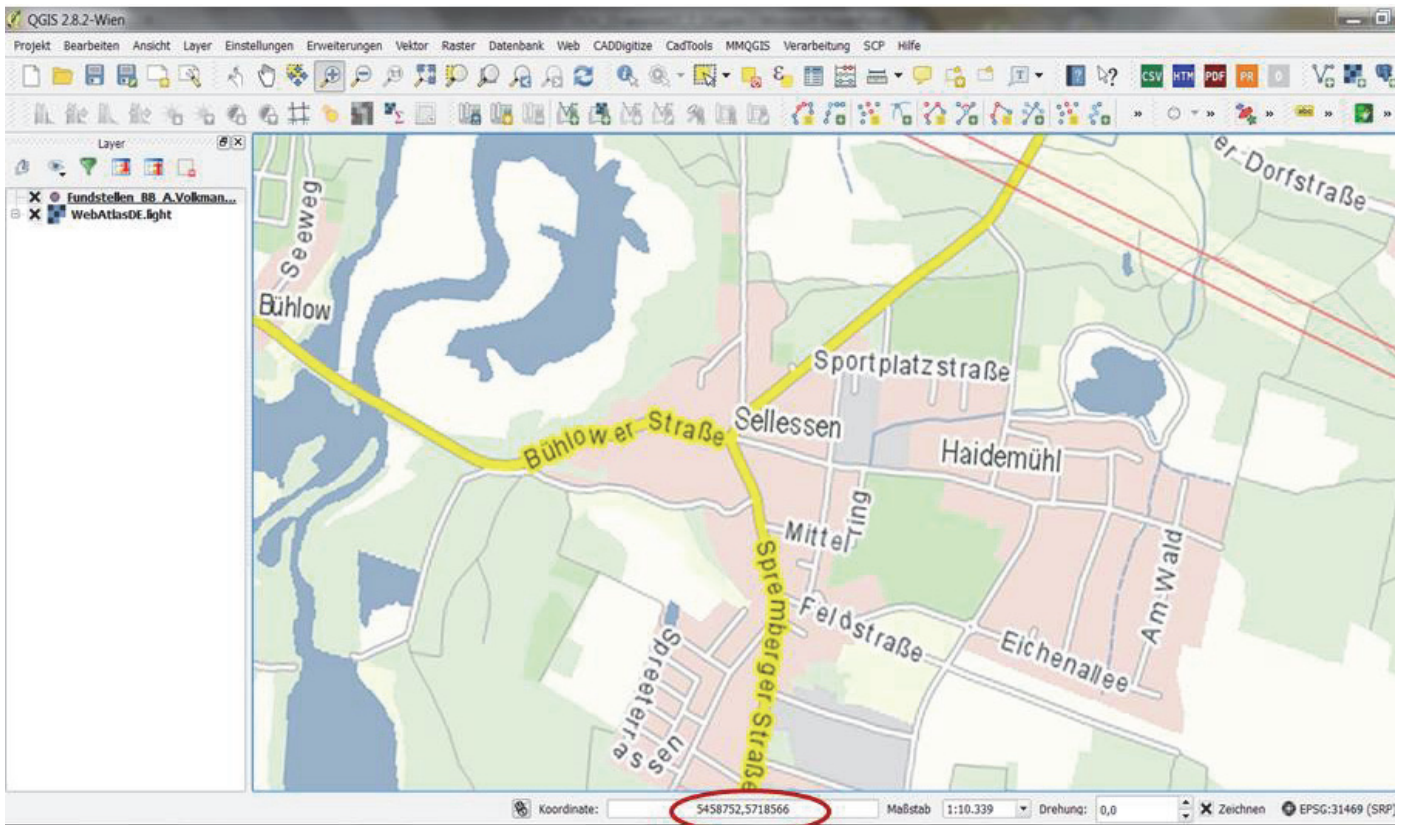
Im Dialogfenster wird durch Suche nach > „OSM“ eine Vielzahl von Plug-Ins angezeigt, die mit der Open Street Map (OSM) zusammenhängen. Hier wird das > „OSM place search“ Plug-In markiert und die > „gewählte Erweiterung installiert“.



Nach Schließen des Dialogfensters ist das neue „OSM place search“ Plug-In links unten in einem neuen Fensterbereich sichtbar, wo der zu suchende Ortsname „Sellessen“ (im Süden Brandenburgs, Lkr. Spremberg) im Suchbereich eingegeben wird. Durch Klicken rechts daneben auf „->“ wird der Ort gesucht und die Kartierung mit dem WMS-Dienst-Webatlas auf die Mitte des gesuchten Ortes „Sellessen“ in der Niederlausitz zentriert.

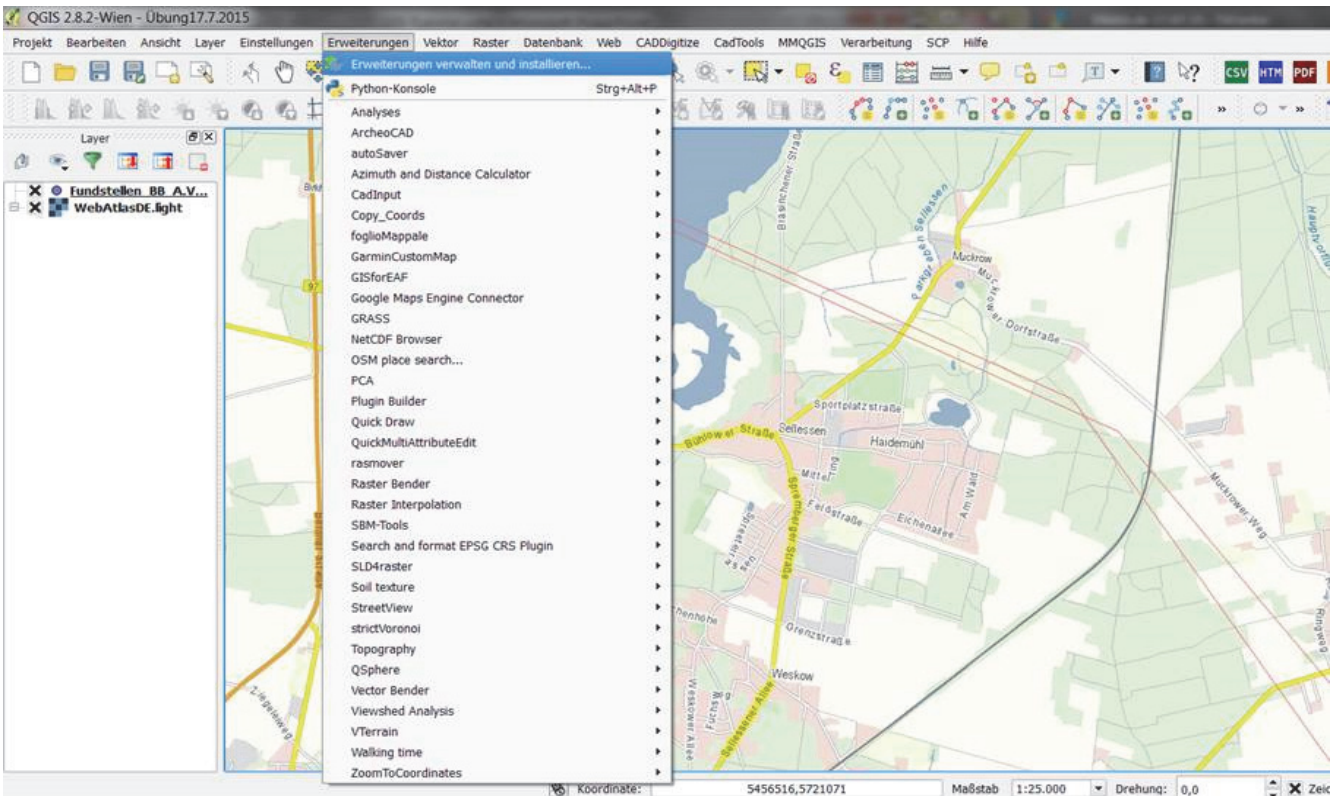


Falls ein Plug-In, wie das „OSM place search“ versehentlich geschlossen wurde, ist es nicht mehr auf dem Bildschirm sichtbar, und es muss wieder geöffnet werden unter: > „Ansicht“ > „Bedienfelder“ > „OSM place search“.

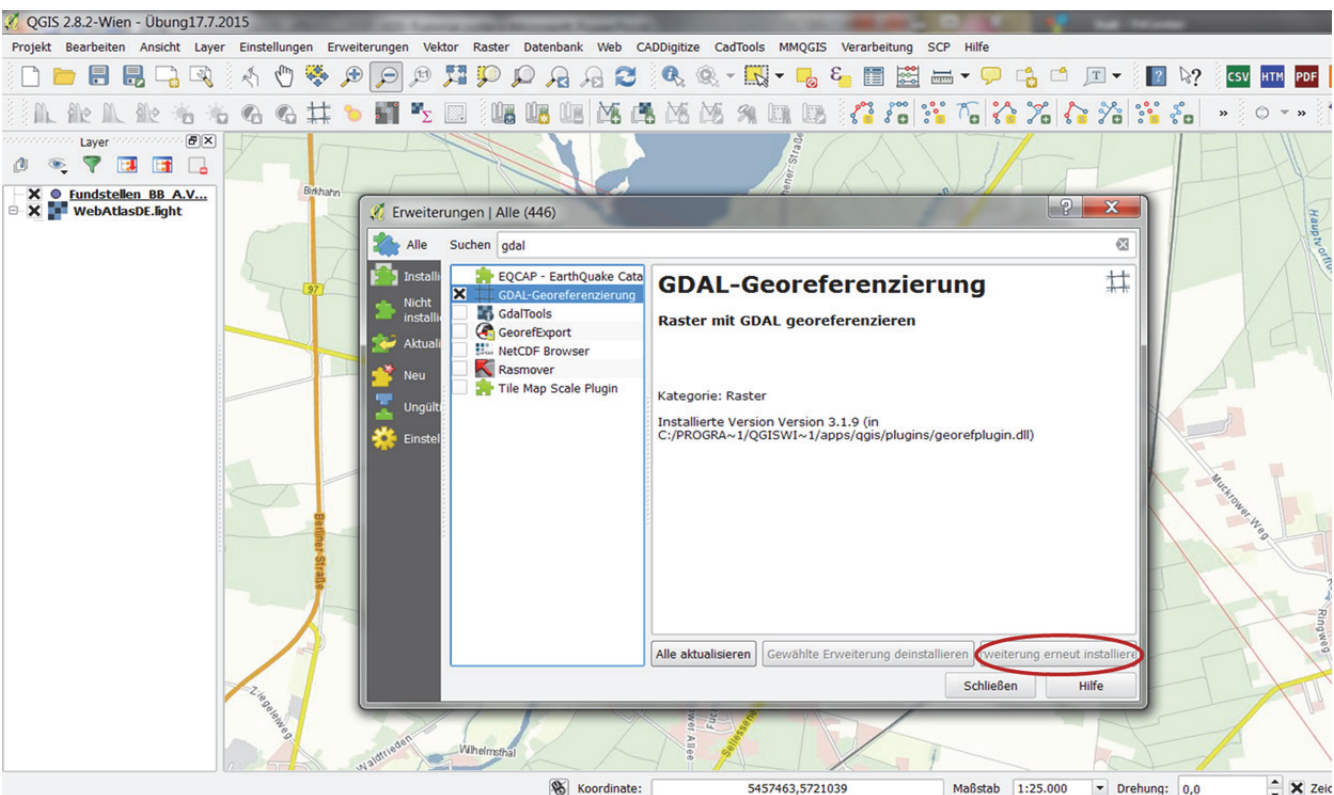


Wichtig bei Gebrauch solch hilfreicher, teils aber noch experimenteller Plug-Ins ist zu prüfen, ob sich nicht vielleicht das verwendete Koordinatensystem automatisch geändert hat, da die Plug-Ins nicht zu allen Koordinatensystemen kompatibel sind und QGIS in der Projektion von unterschiedlichen Referenzsystemen teils eigenständig eine Transformation „on the fly“ (d.h. hierbei spontan) vornimmt, um die Karten anzeigen zu können. Fährt man mit dem Mauscursor über die Karte, so wird ganz unten in der Mitte das der Cursor-Position entsprechende X-Y-Koordinatenpaar zur Überprüfung angezeigt, das die richtigen Werte im gewählten Koordinatensystem (hier Gauß-Krüger Zone 5) anzeigen muss.

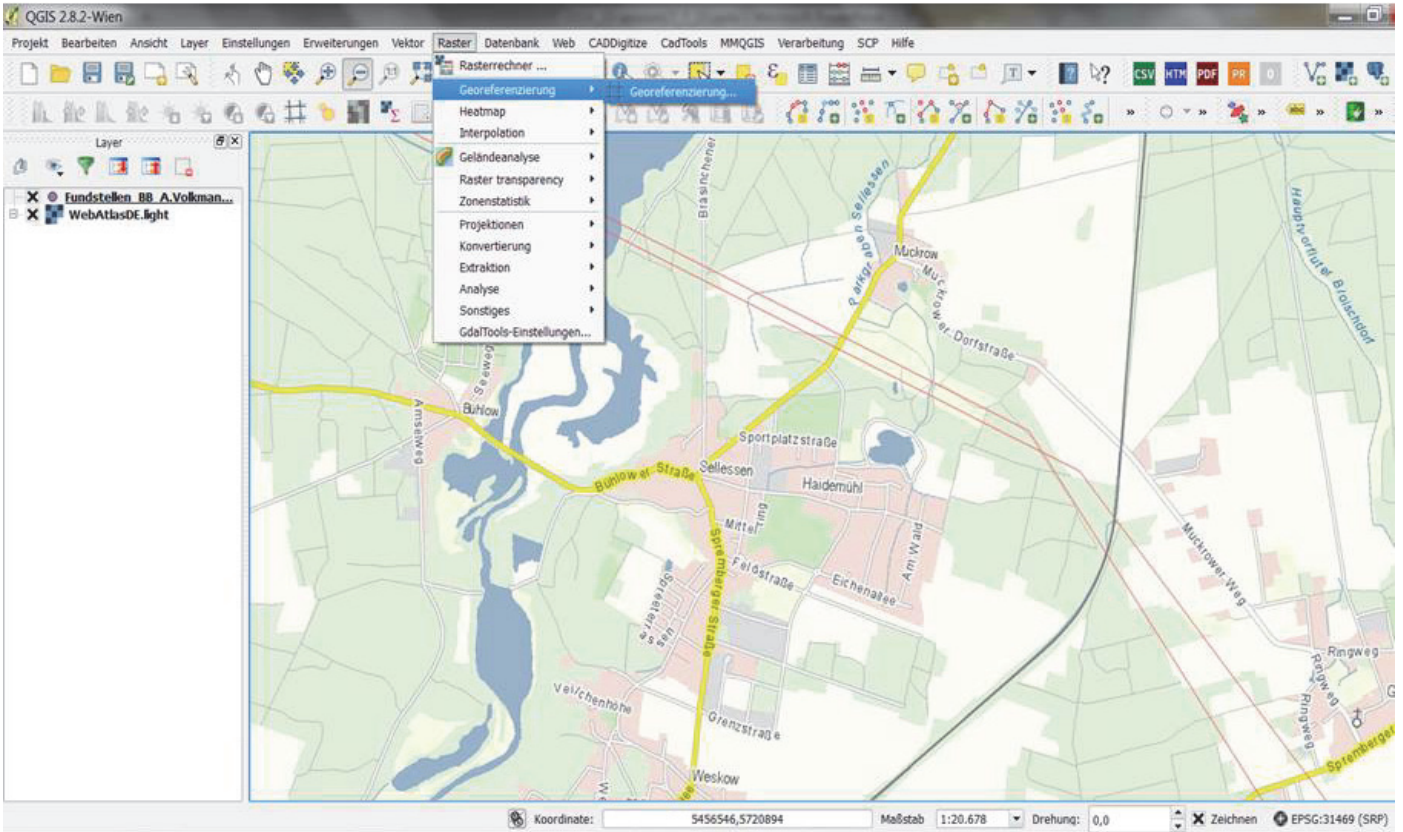
4.) Georeferenzierung von retrodigitalisierten Grabungsplänen



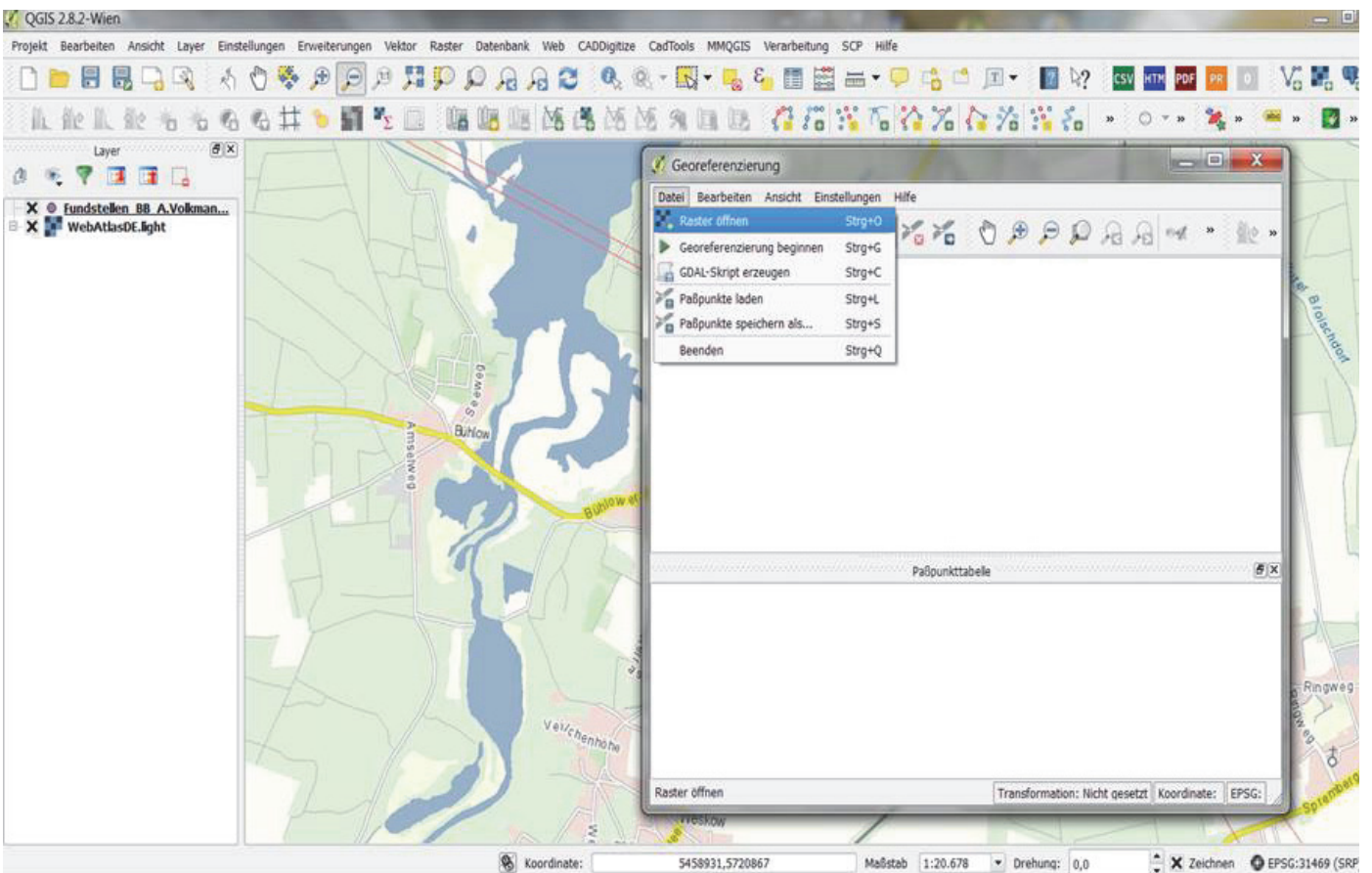
In QGIS können scannte Karten oder Grabungspläne georeferenziert werden, um einen Raumbezug für diese herzustellen und sie als kartierbare Medien (Bitmaps oder Raster) in das GIS einzubinden sowie sie anschließend in Bezug zu anderen Karten beispielsweise zur Topografie, Geomorphologie oder zum Bodentyp auszuwerten.



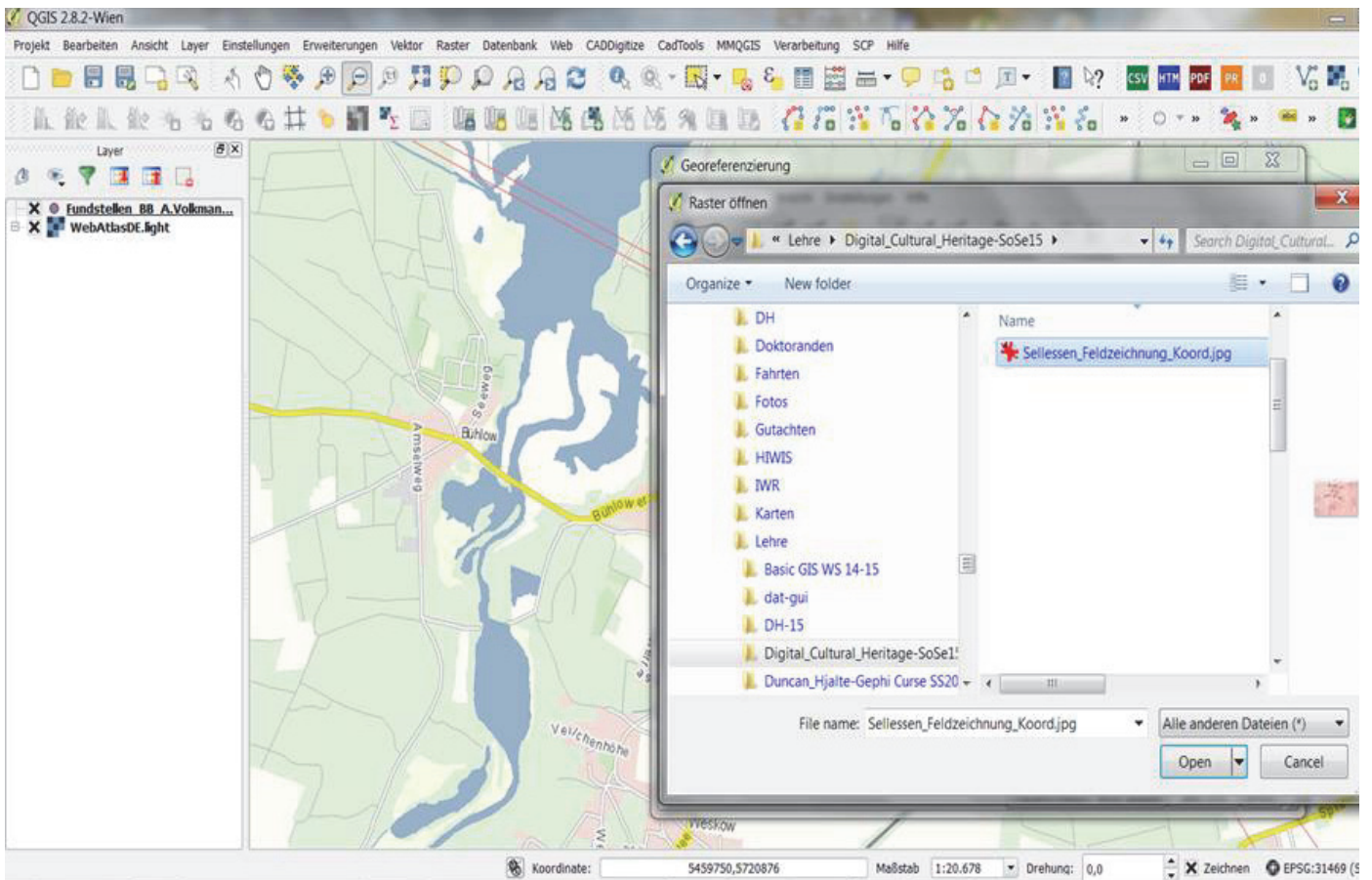
Das standardmäßig in QGIS integrierte Tool „Georeferencer“ muss vor dem ersten Gebrauch meist aktiviert werden, um es nutzen zu können: > „Erweiterungen“ > „Erweiterungen verwalten installieren“ > suchen „GDAL-Georeferenzierung“ > aktivieren durch: Klicken X > ggf. „Erweiterung installieren“ oder „alle aktualisieren“ (falls dies schwarz angezeigt wird – ist die Funktion grau unterlegt, so ist die Erweiterung bereits installiert > „schließen“.



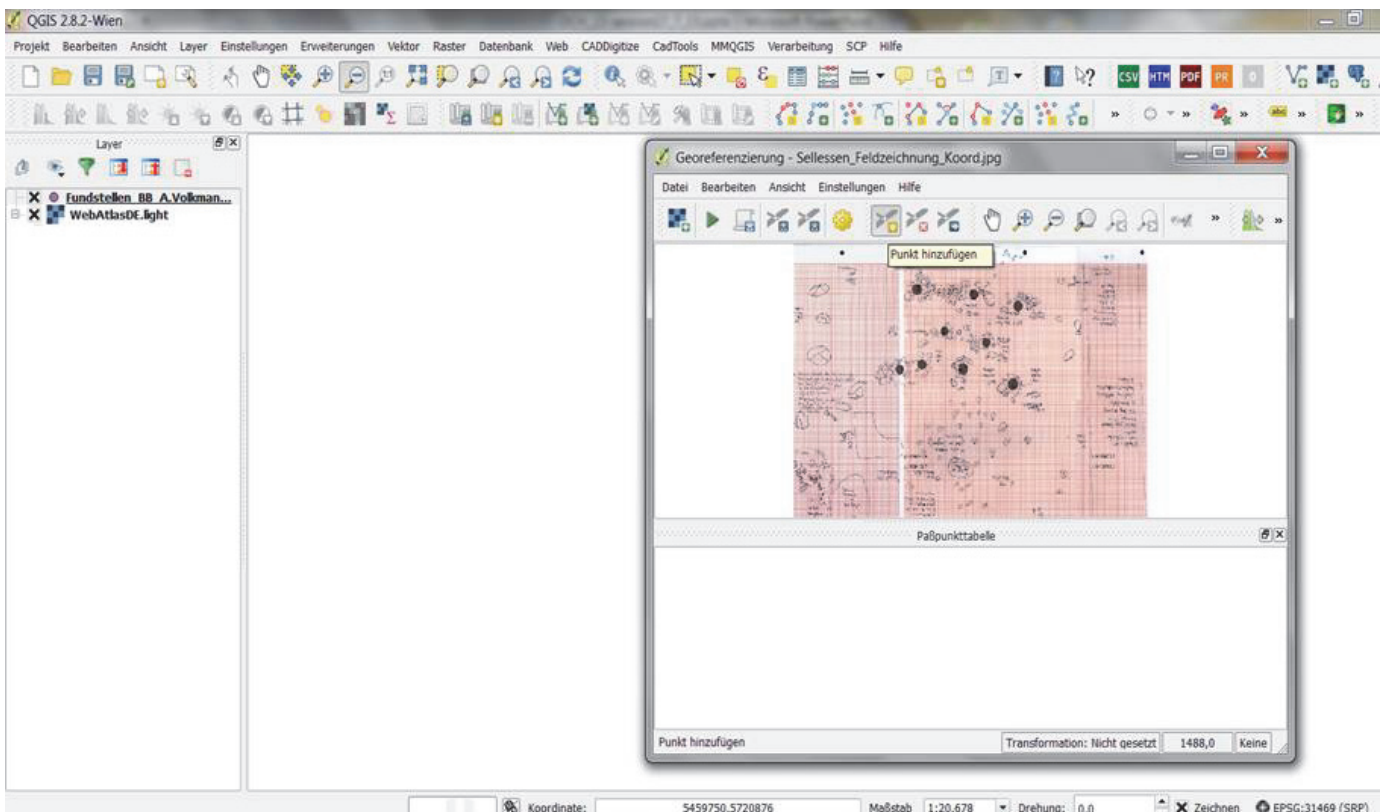
Nun ist der Georeferenzierer unter > „Raster“ > „Georeferenzierung“ > „Georeferenzierung...“ verfügbar.



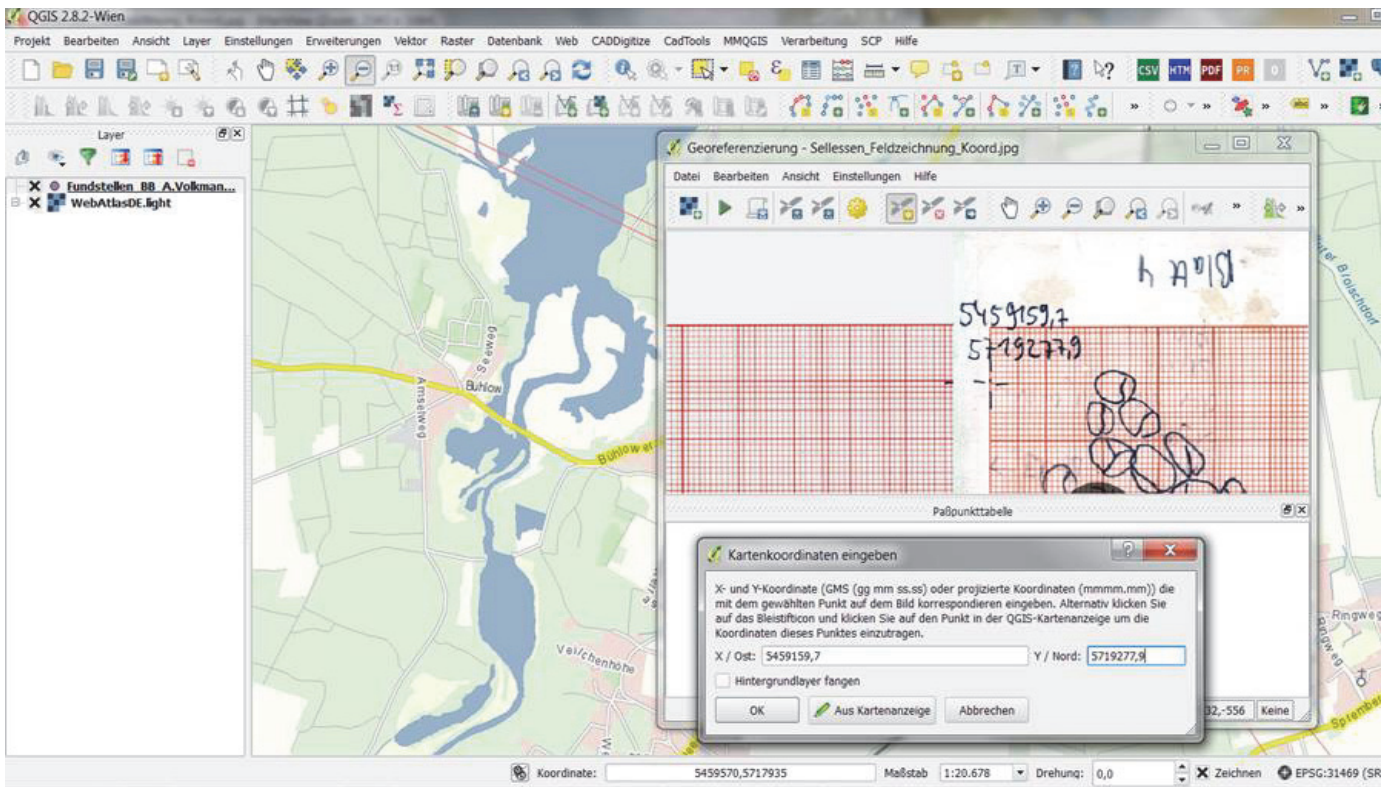
Im Dialogfenster wird nun die zu referenzierende Datei in Form einer jpg oder tif des Grabungsplanes von Sellessen geöffnet: > „Datei“ > „Raster öffnen“.



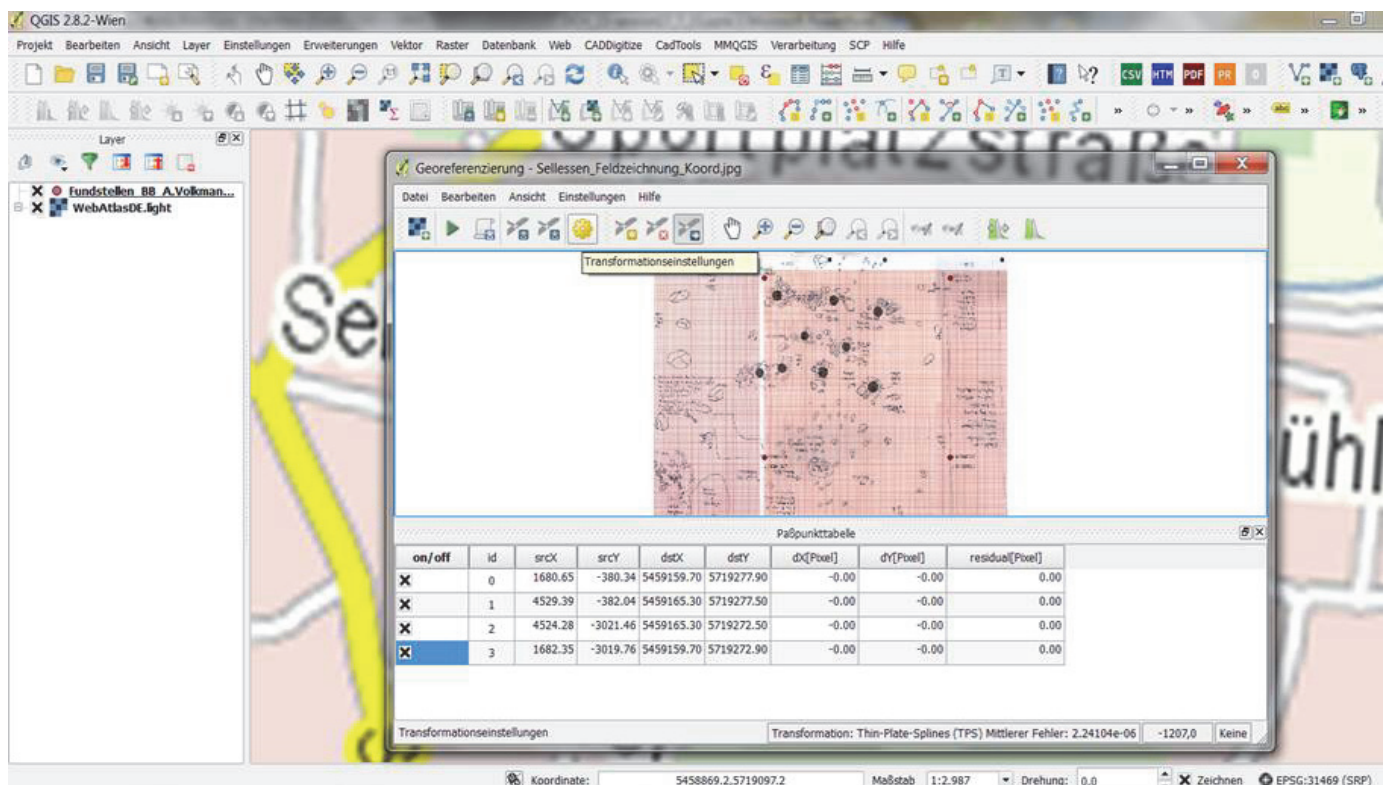
Anschließend wird der Pfad des Grabungsplanes eingegeben und mit „öffnen“ bestätigt.



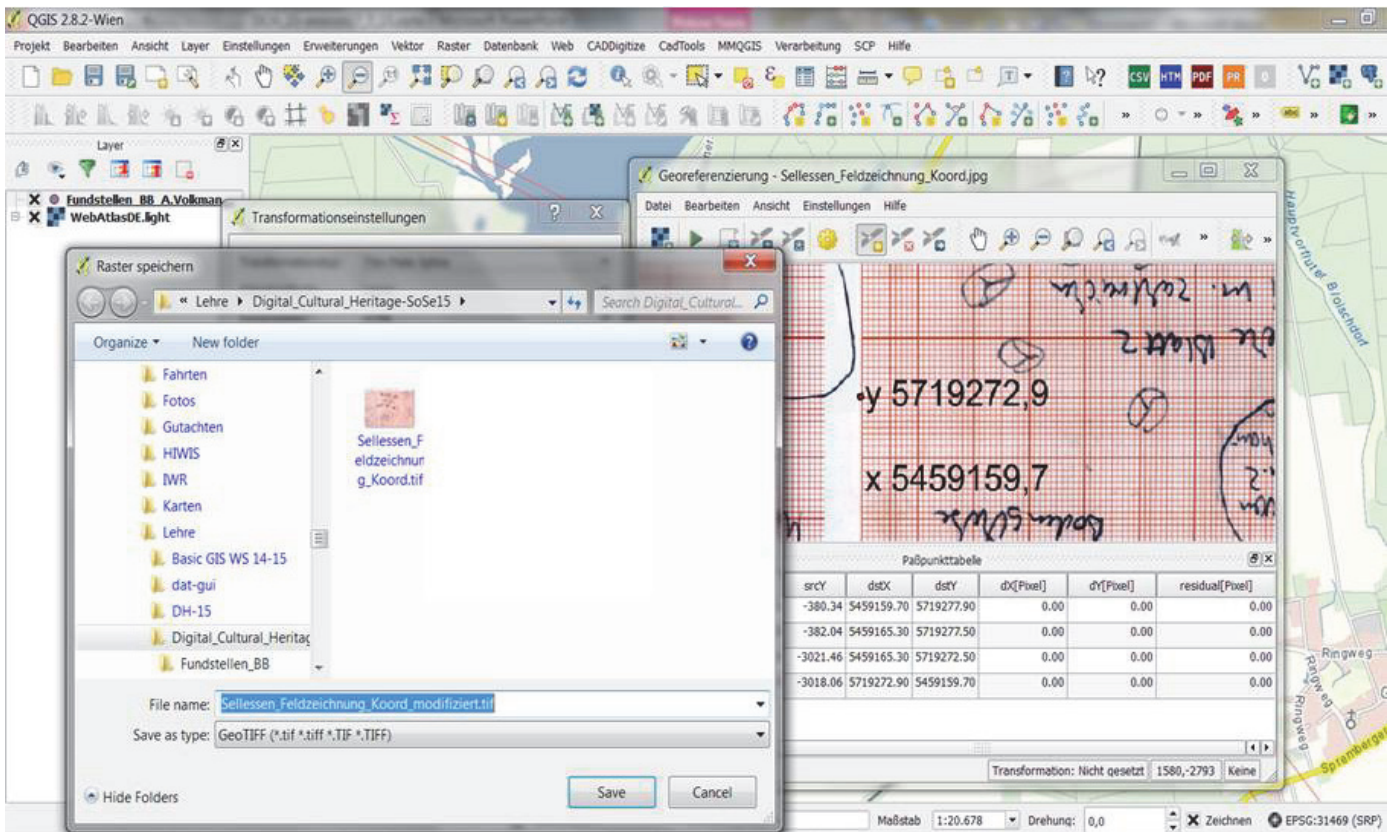
Nun wird eine Übersicht der zu georeferenzierten Karte bzw. des Grabungsplanes angezeigt, in der man mit der Lupenfunktion hinein- oder hinauszoomen kann und die man mit der Hand den Bildausschnitt verschieben kann. Durch > „Punkt hinzufügen“ startet man den Georeferenzierungs-Prozess.



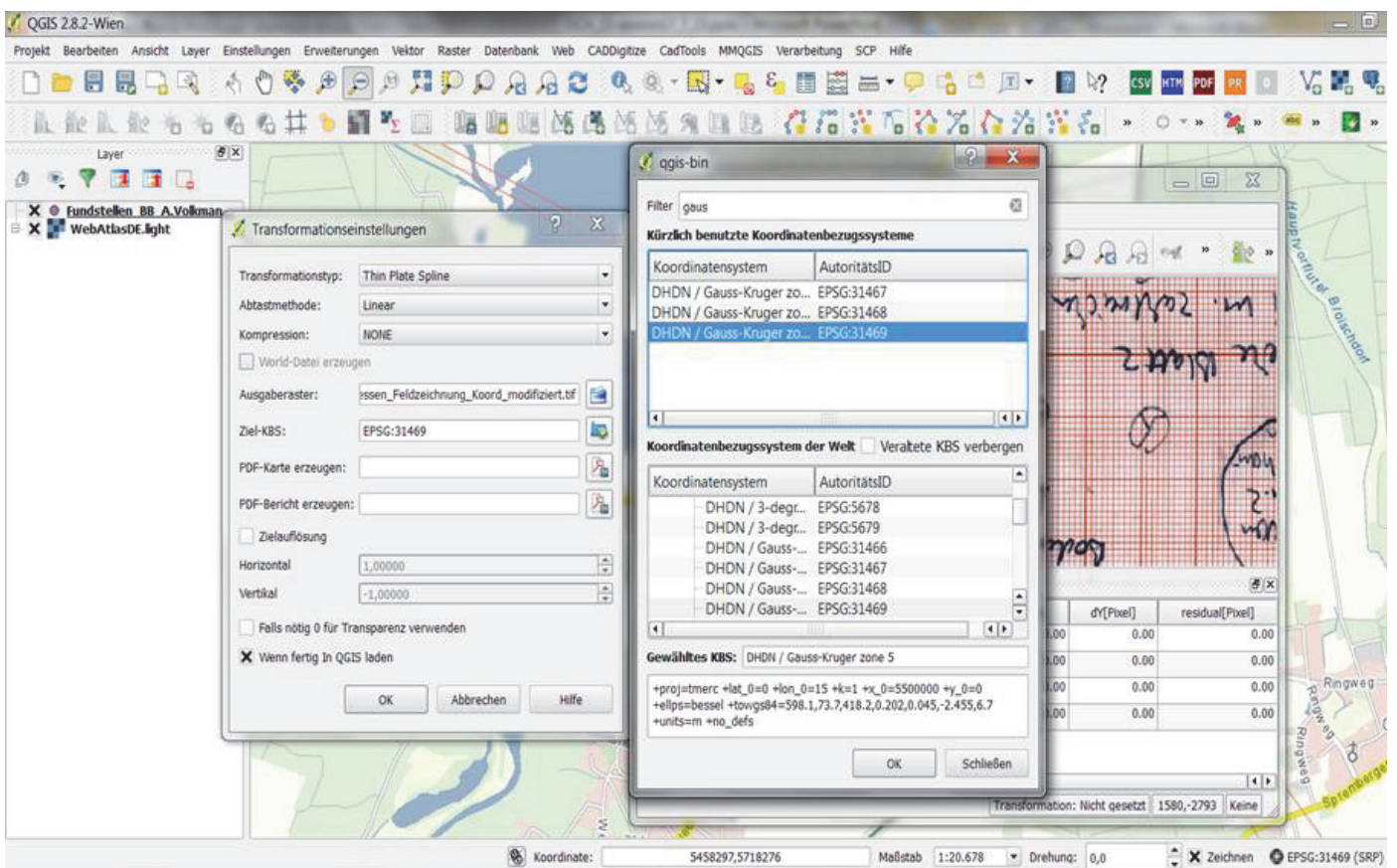
Dabei wird man zur Eingabe der X- und Y-Koordinaten, in unserem Fall im Koordinatensystem Gauß-Krüger Zone 5, aufgefordert. Insgesamt werden mindestens vier Referenz-Passpunkte eingegeben, die an den vier Ecken der Feldzeichnung platziert werden, um die innere Verzerrung der Bitmap möglichst gering zu halten (siehe folgende Abbildung). Dabei ist darauf zu achten, dass die X- und Y-Koordinatenwerte nicht vertauscht werden und sich einheitlich auf dasselbe Koordinatensystem mit identischer Unterzone beziehen (EPSG 31469).



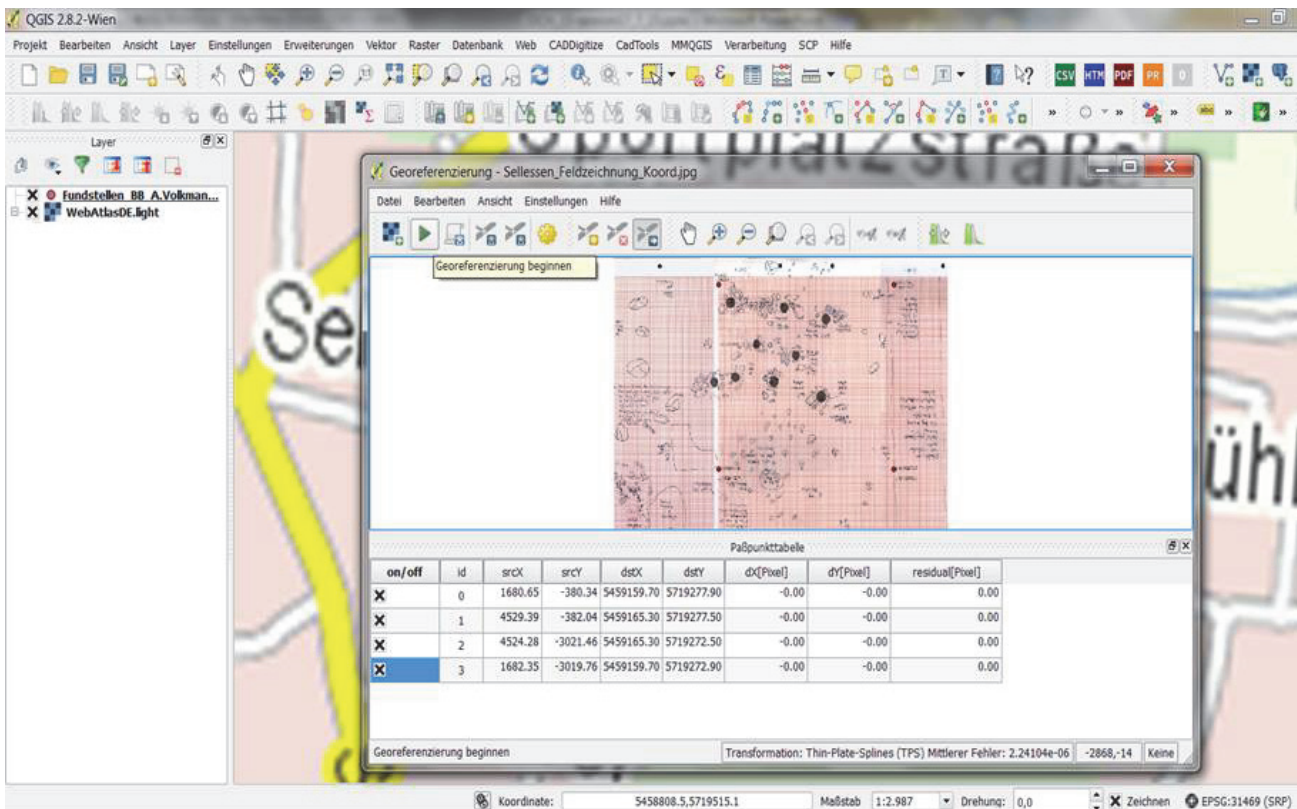
Auf archäologischen Feldzeichnungen oder Grabungsplänen werden die Referenzpunkte mit den entsprechenden Koordinaten teils in der Dokumentation, teils direkt auf dem Plan angegeben. Bei historischen Karten ist dies meist nicht der Fall oder das verwendete Koordinatensystem auf diesen ist veraltet, und es kann nicht mehr zweifelsfrei nachvollzogen werden, sodass dabei eindeutig zu identifizierende Landmarken als Referenzpunkte dienen, für die die Koordinatenwerte vorher aus einem Geobrowser oder WMS-Dienst zugewinnen sind (vgl. Volkmann 2014).



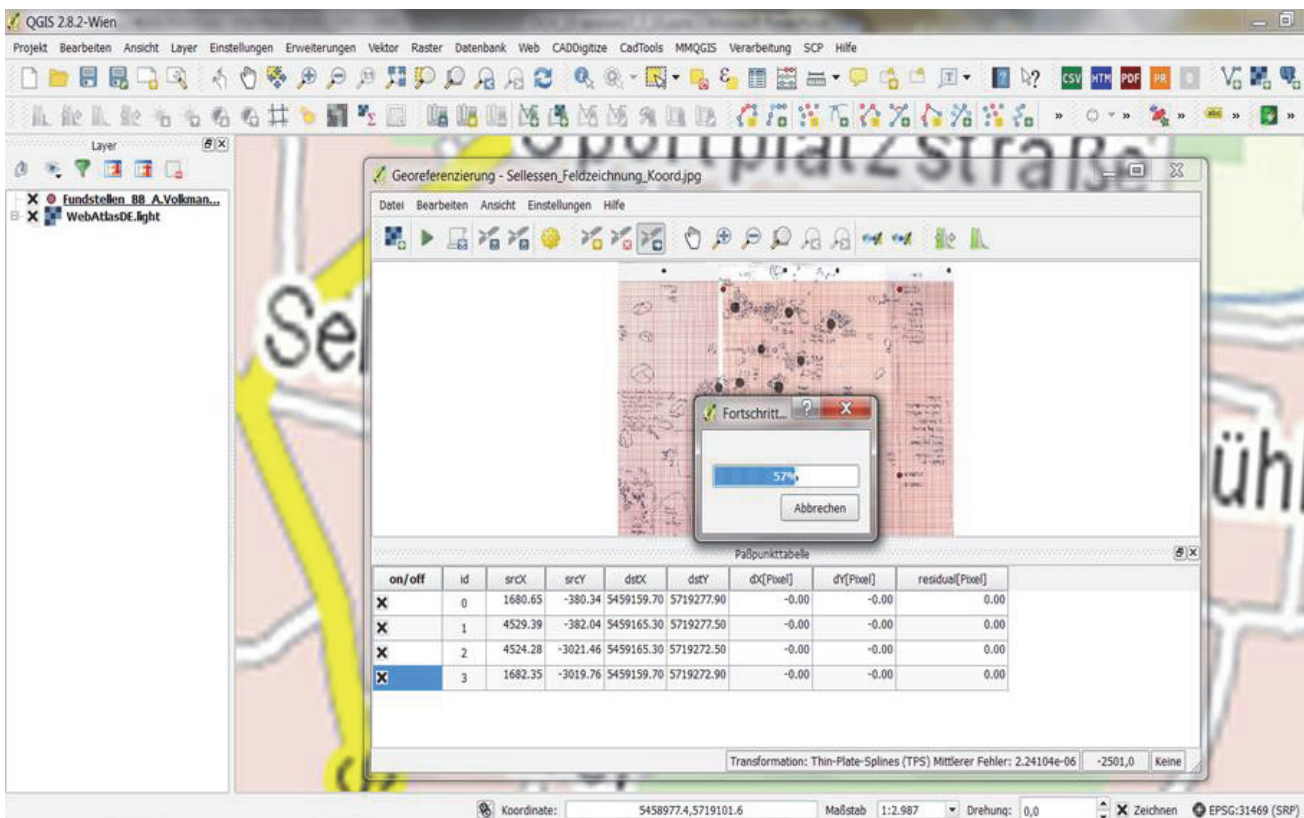
Unter dem Zahnradsymbol > „Transformationseinstellungen“ wird für den Verlauf der Georeferenzierung der Pfad der georeferenzierten GeoTIFF mit der Benennung „...modifiziert“ eingegeben, damit zwischen dem Original-Raster (Bitmap) und der entzerrten bzw. in das Koordinatensystem eingepassten Version unterschieden werden kann.



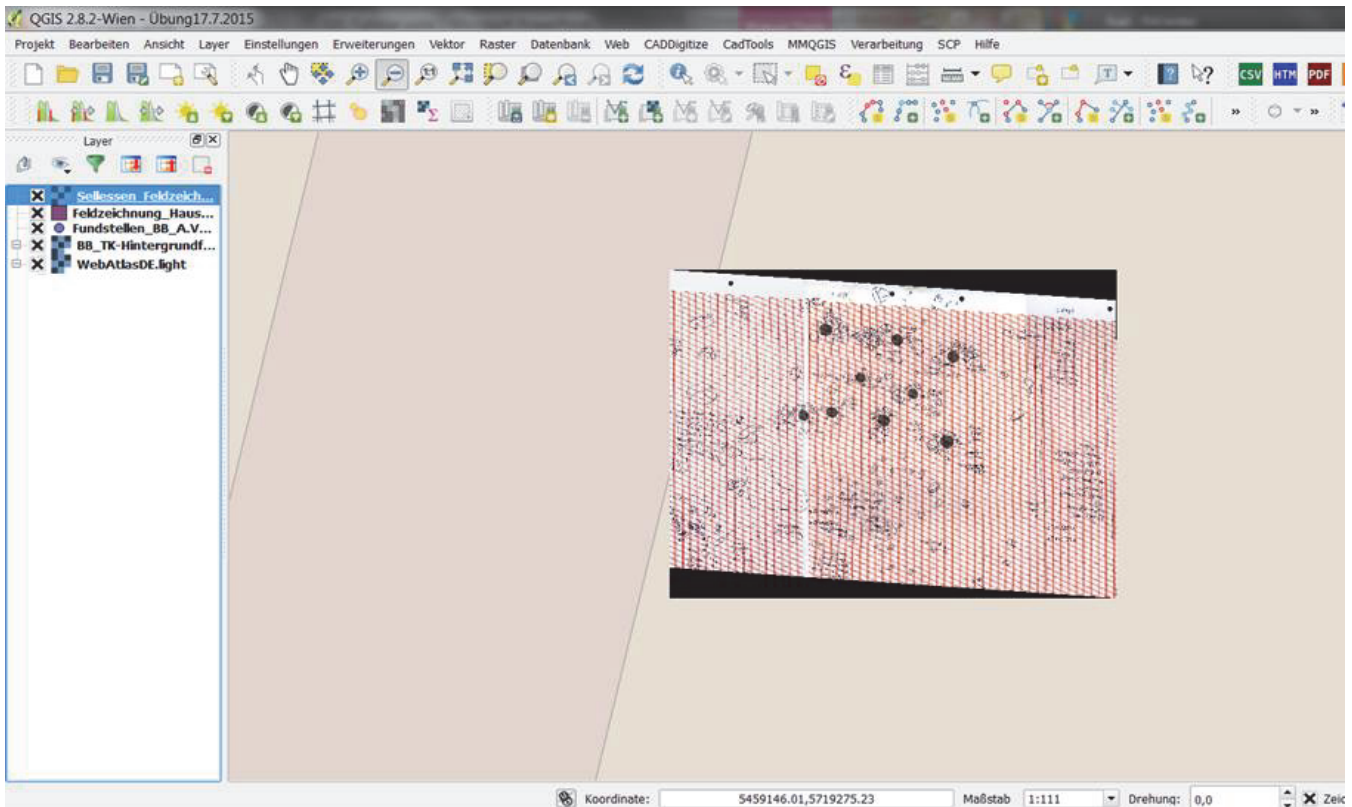
Bei der Transformation werden folgende Einstellungen vorgenommen: Transformationstyp > „Thin Plate Spline“, Abtastmethode > „linear“, Kompression > „none“, Ausgaberraster > „Name...modifiziert.tif“, Ziel-KBS > identisches Koordinatensystem „...EPSG 31469“; > „wenn fertig in QGIS laden“ > „OK“.



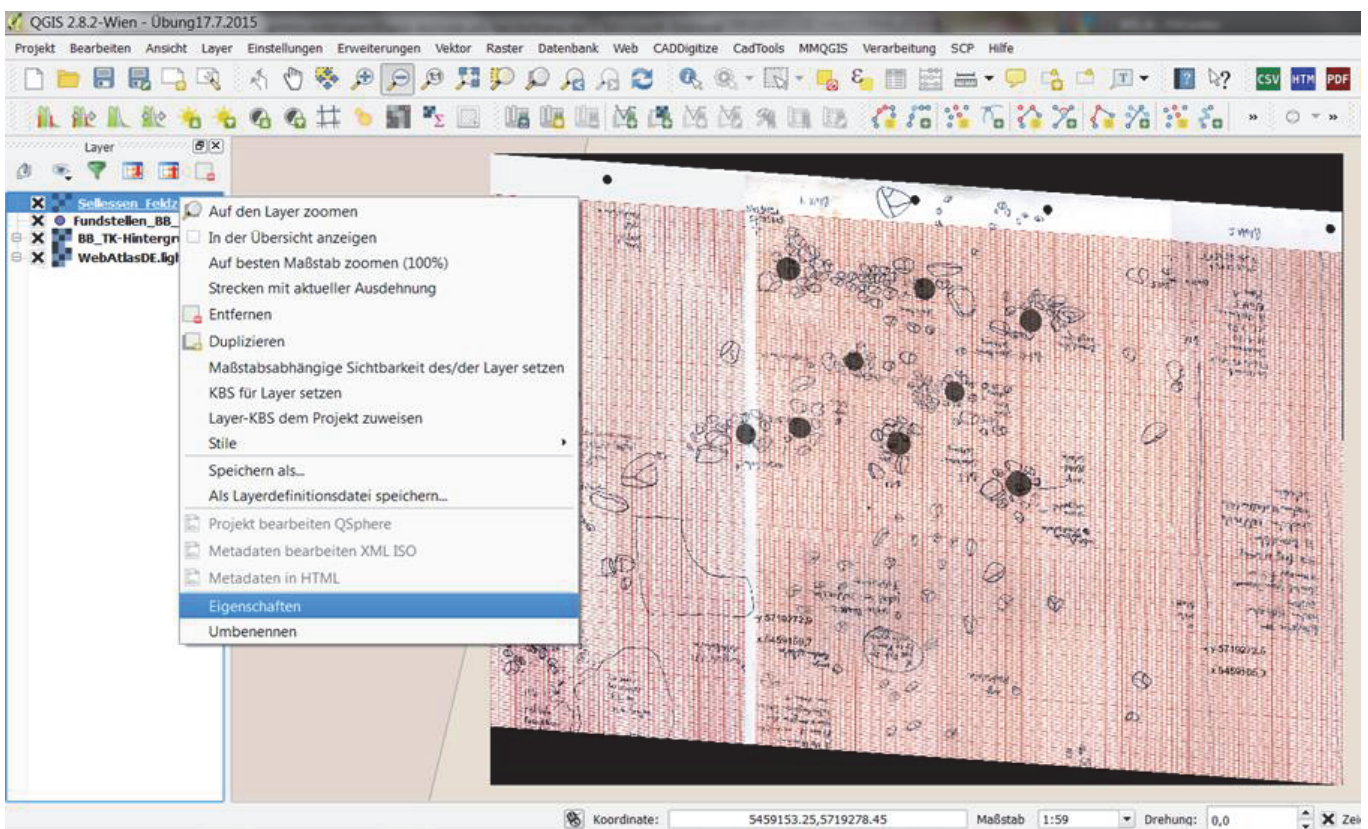
Mit der Funktion > „Georeferenzierung beginnen“ wird in der Menüleiste der eigentliche Georeferenzierungs-, d.h. Berechnungs- und Transformationsprozess nach den zuvor eingegebenen Einstellungen vorgenommen.



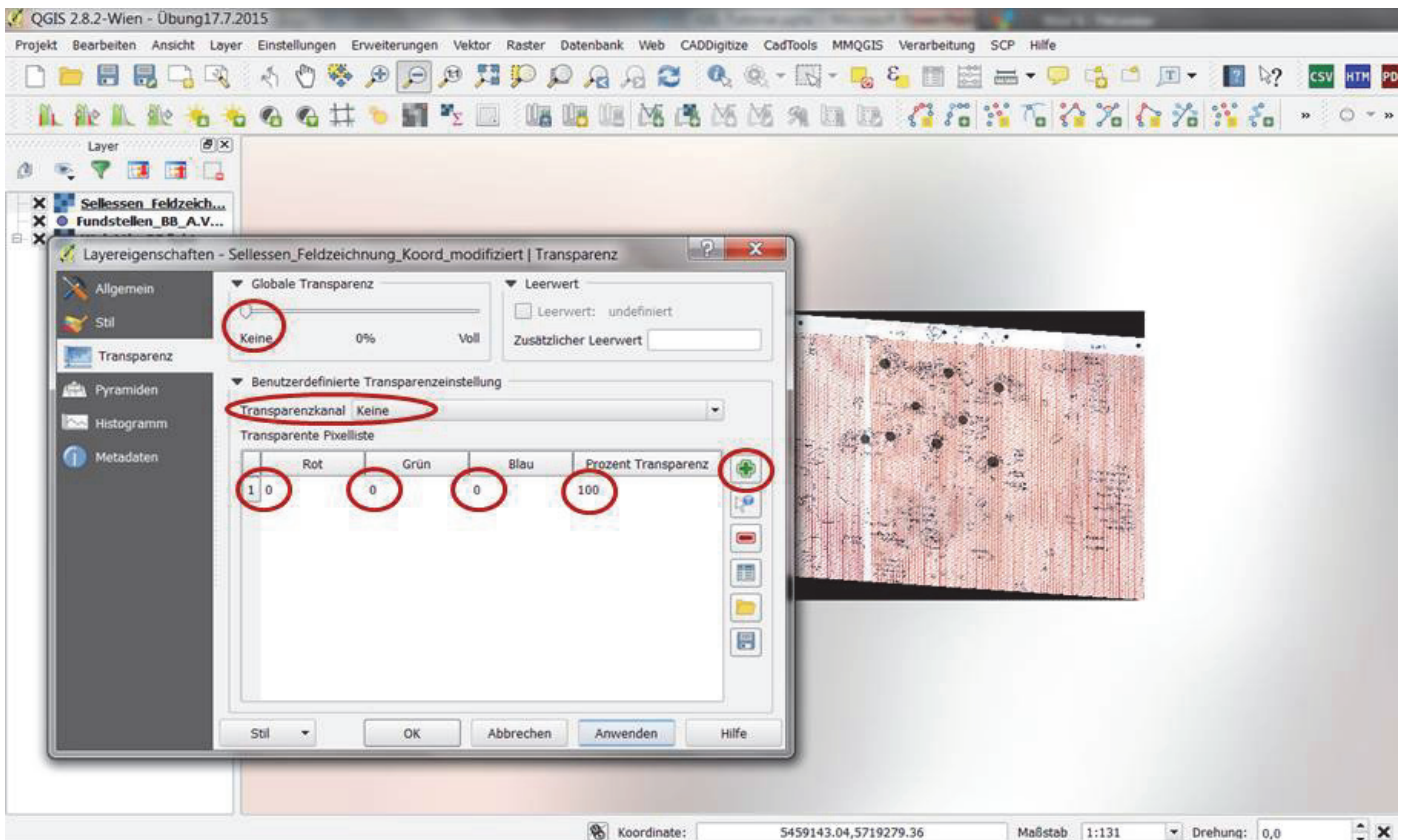
Der Transformationsprozess der Georeferenzierung ist recht leistungsintensiv, sodass dieser, je nach Größe der Rastervorlage, eine kurze oder auch längere Zeit zur Prozessierung in Anspruch nehmen kann. In QGIS ist die Georeferenzierung von Karten und Plänen bis/um ca. 1 GB Größe möglich. Jedoch sollten Karten nicht größer als 50 MB sein, um ein weiterhin schnelles Arbeiten in QGIS zu gewährleisten, da georeferenzierte Raster-Karten bei jedem Zoom oder jeder Veränderung des Kartenausschnitts im Arbeitsspeicher des PCs Neuberechnet werden, was entsprechende Rechenleistung und -zeit erfordert bzw. das GIS langsam machen kann.



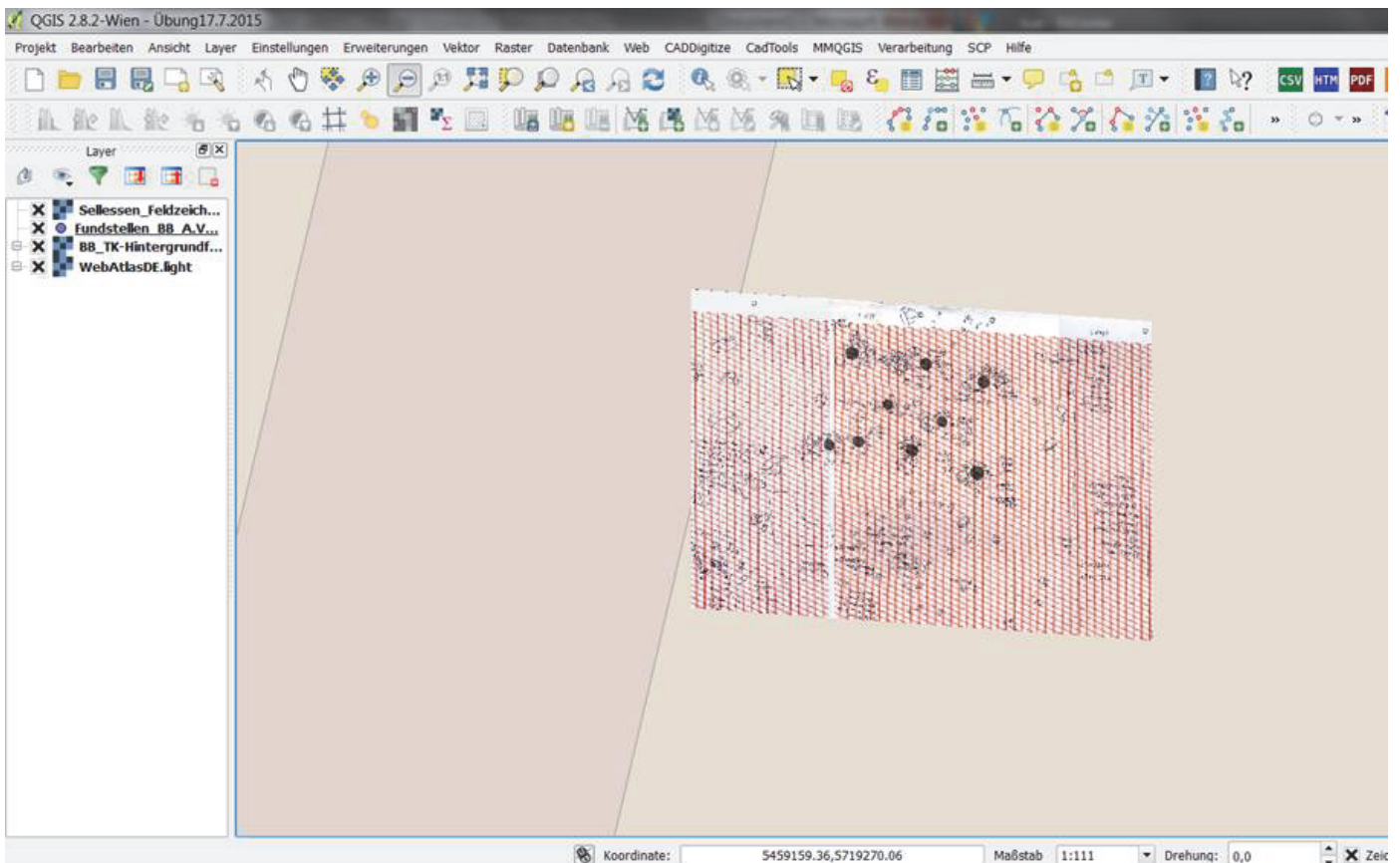
Nach erfolgreicher Georeferenzierung wird der Grabungsplan nun automatisch im Kartenfenster richtig entzerrt und damit das Koordinatenbezugssystem korrekt eingepasst angezeigt.



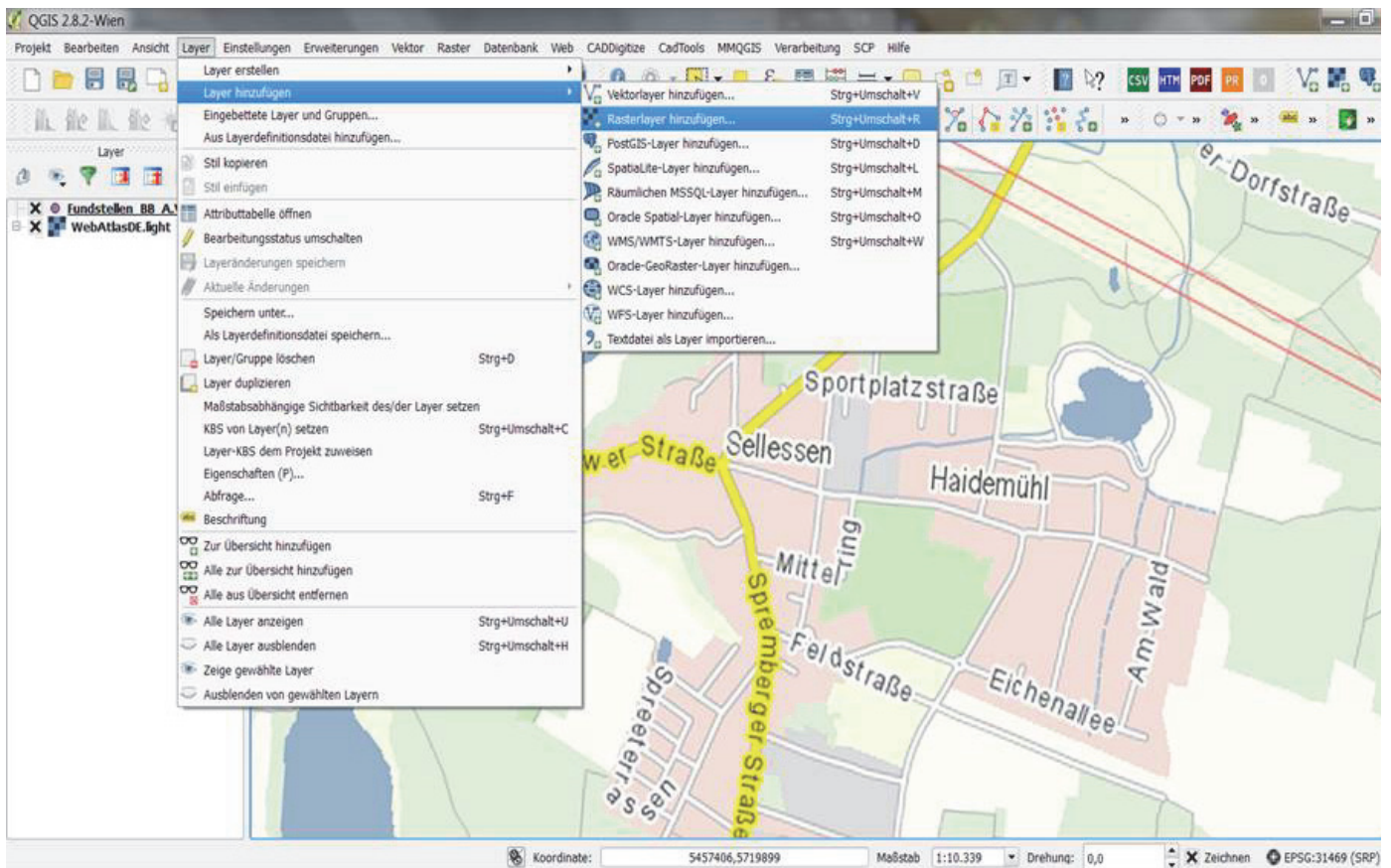
Bei der Entzerrung entstehen zwei schwarze Ränder, die den Grad der Entzerrung in Bezug zum nichtgeoreferenzierten Ausgangsmedium darstellen und störend Hintergrundinformationen beispielsweise aus der unterlegten Topografischen Karte (WebAtlas) überdecken.



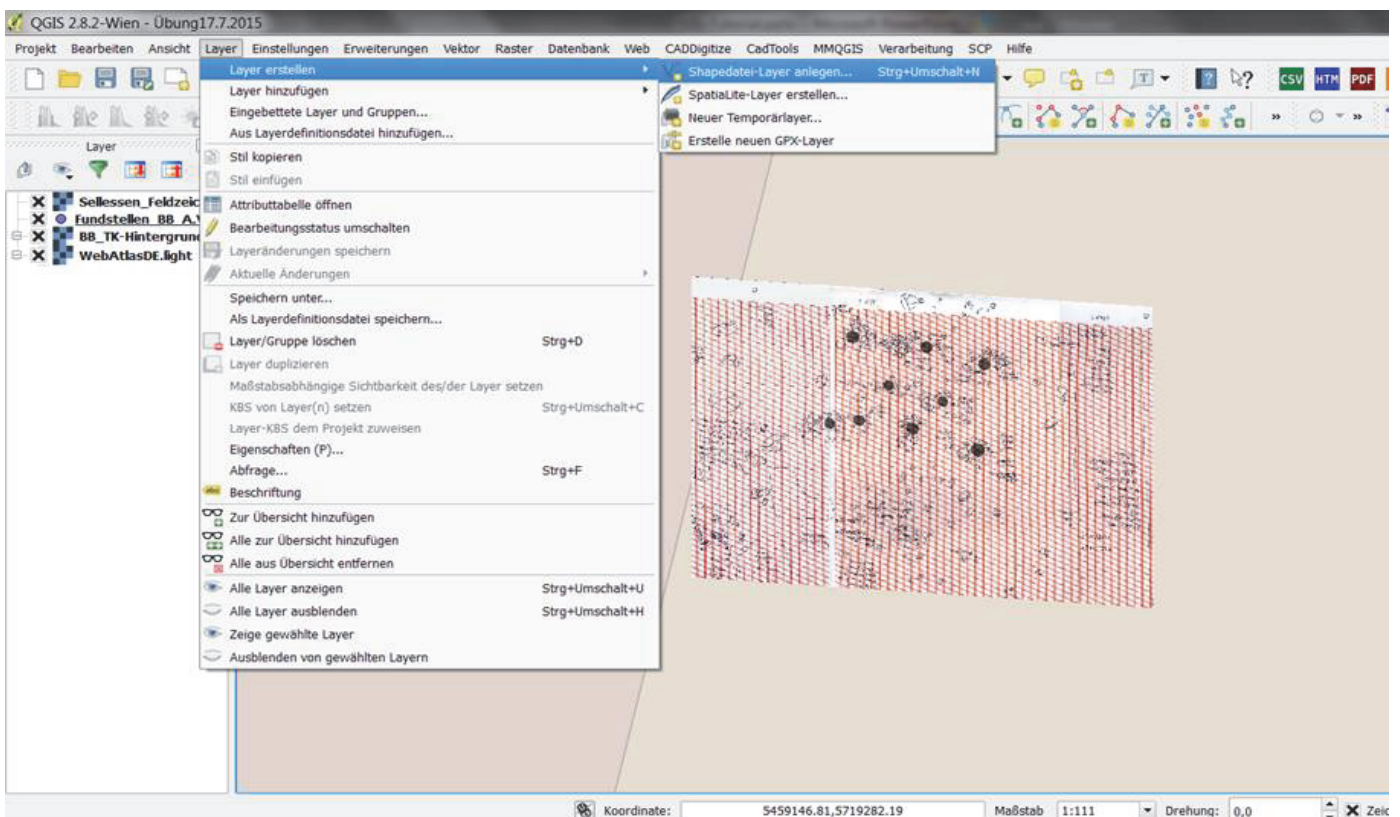
Mit den entsprechenden Einstellungen können diese störenden Ränder jedoch entfernt werden: > rechter Klick auf den Grabungsplan-Layer > linker Klick „Eigenschaften“ (siehe vorhergehende Abbildung) > keine „globale Transparenz“ > „Tranzparenzkanal“ „keine“ auswählen > neue „transparente Pixelliste“ durch Plussymbol hinzufügen > „rot“ 0, grün „0“, blau „0“ und Prozent-Transparenz „100“ eingeben > „anwenden“ > „OK“.



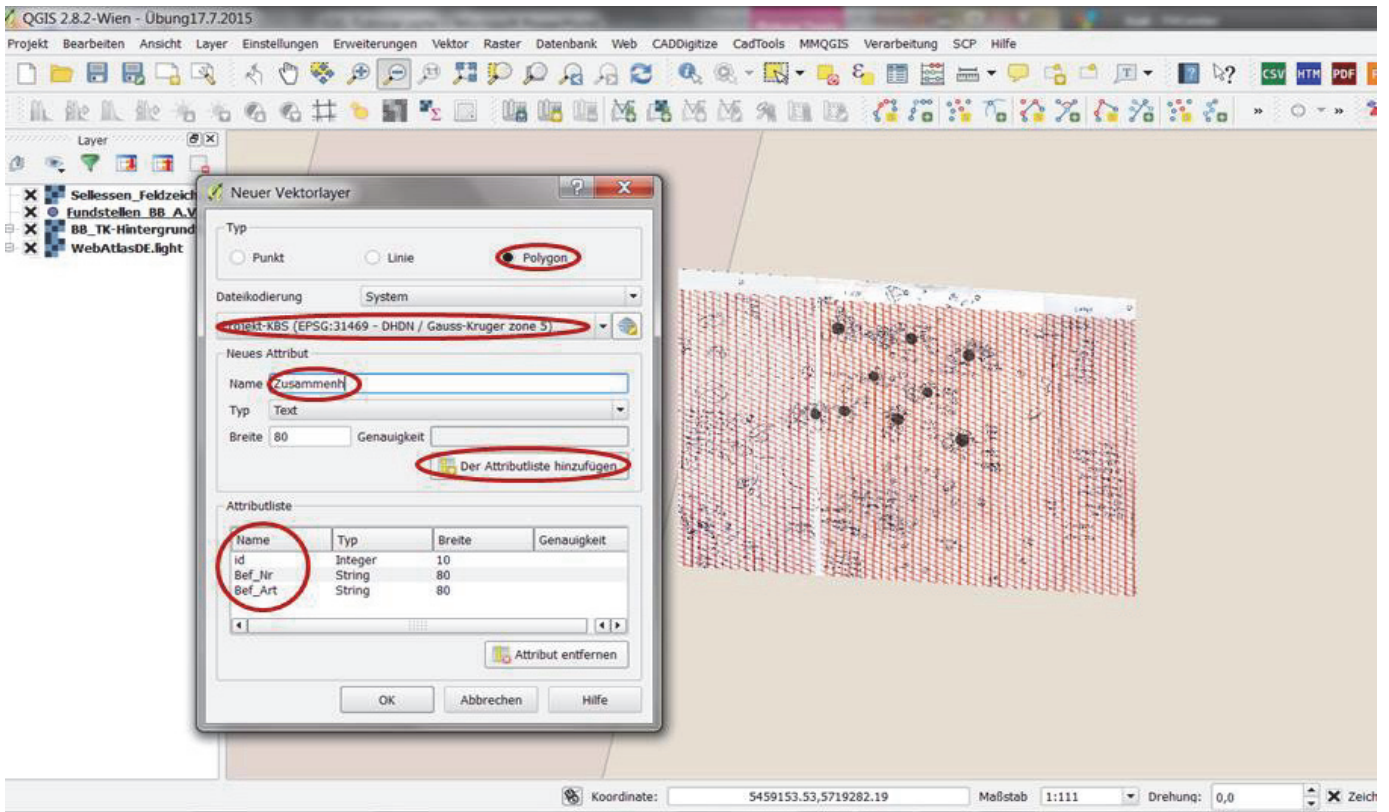
Nun sind die schwarzen Ränder nicht mehr sichtbar.



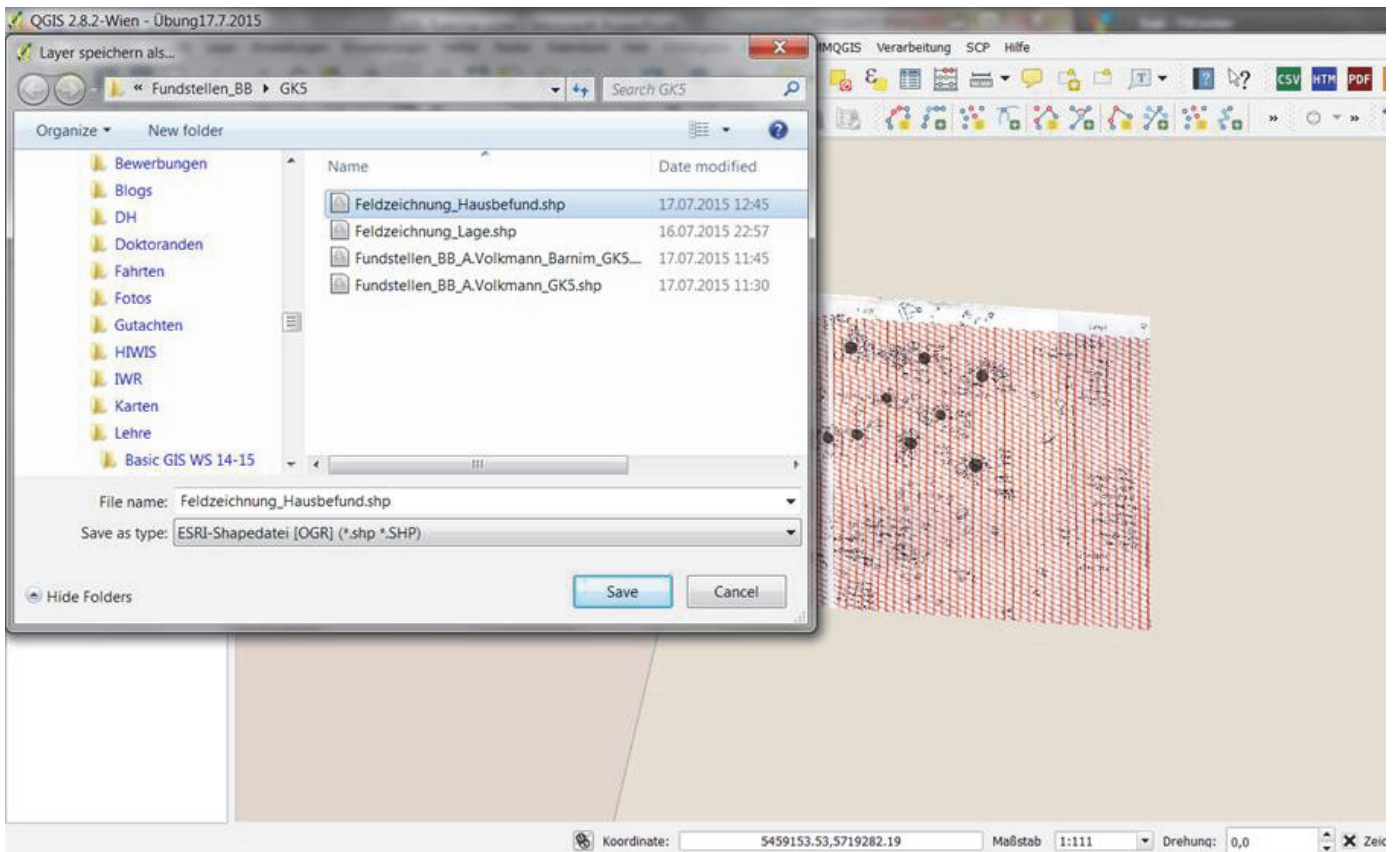
Falls der georeferenzierte Grabungsplan versehentlich geschlossen wurde, kann er unter > „Layer“ > „Layer hinzufügen“ > „Rasterlayer hinzufügen“ jederzeit wieder geöffnet werden.



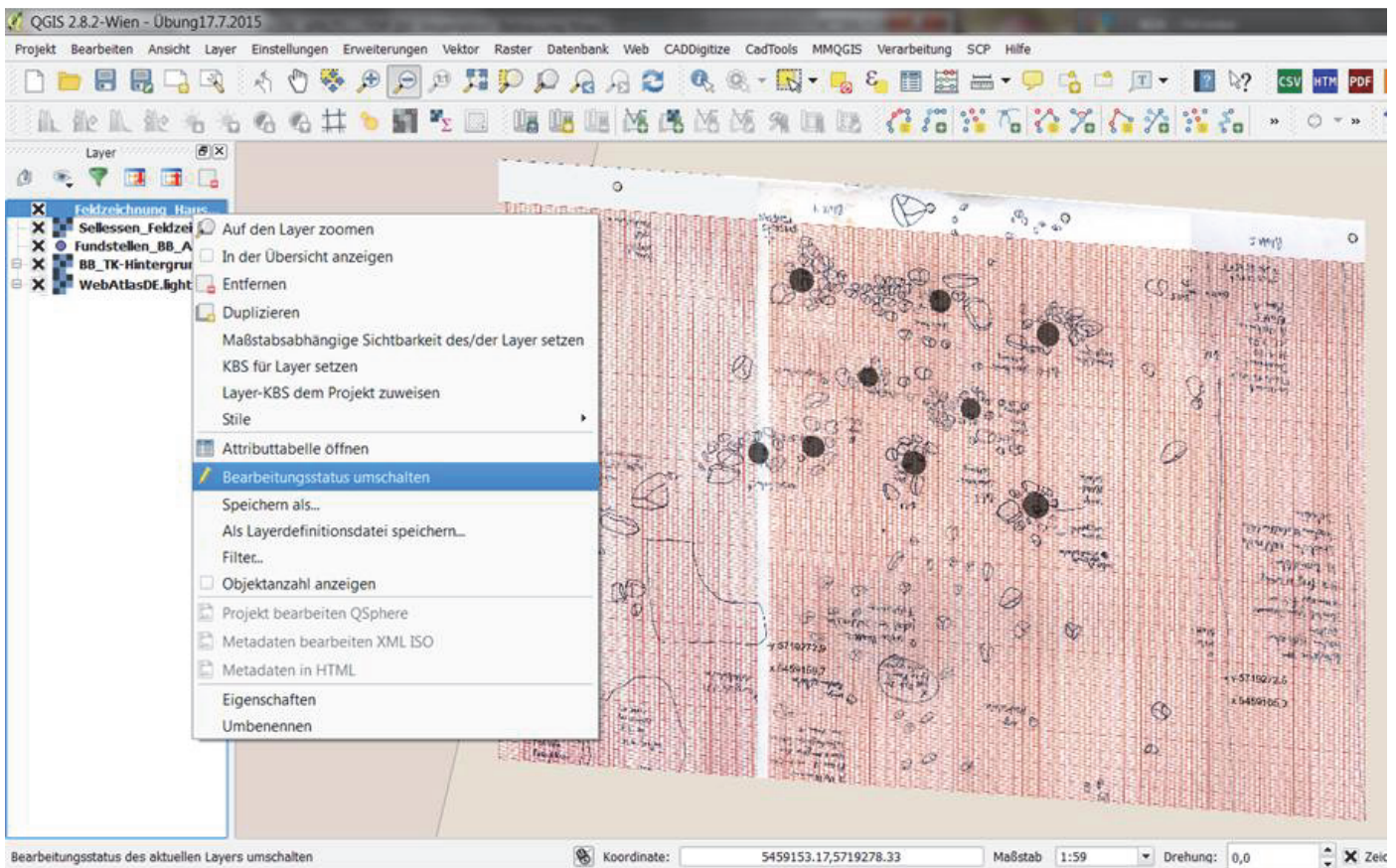
Um beispielsweise den auf der Feldzeichnung dokumentierten zweischiffigen Pfostenhausbefund als sogenanntes Volldigitalisat (aus dem retrodigitalisiertem und georeferenziertem Grabungsplan) in eine interoperable shape file zu überführen, wird ein neuer Layer angelegt: > „Layer erstellen“ in Form von > „Shapedatei-Layer anlegen“.



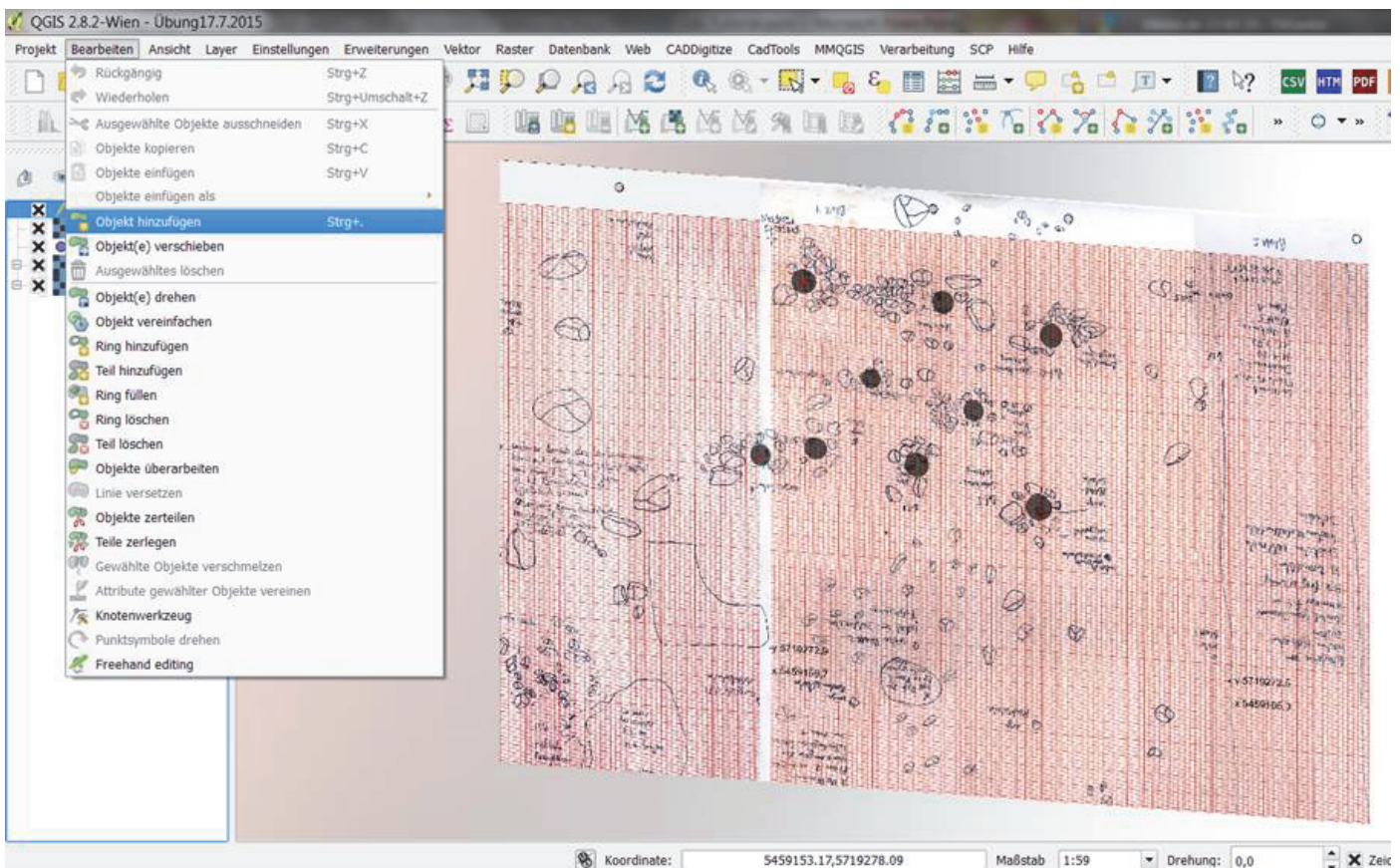
Im Dialogfenster des neuen Vektorlayers wird dieser als „Polygon“ definiert, das richtige Gauß-Krüger Zone 5 Koordinatensystem gewählt sowie durch die Funktion > „der Attributliste hinzufügen“ definiert. Es muss mindestens ein > „neues Attribut“ per Name, wie z.B. ID oder Bef_Nr, eingetragen und dessen Typ, z.B. > „Text“, angelegt werden. Jedes Attribut entspricht jeweils einer neuen Spalte in der zugehörigen Tabelle, die das zu zeichnende Polygon beschreibt.



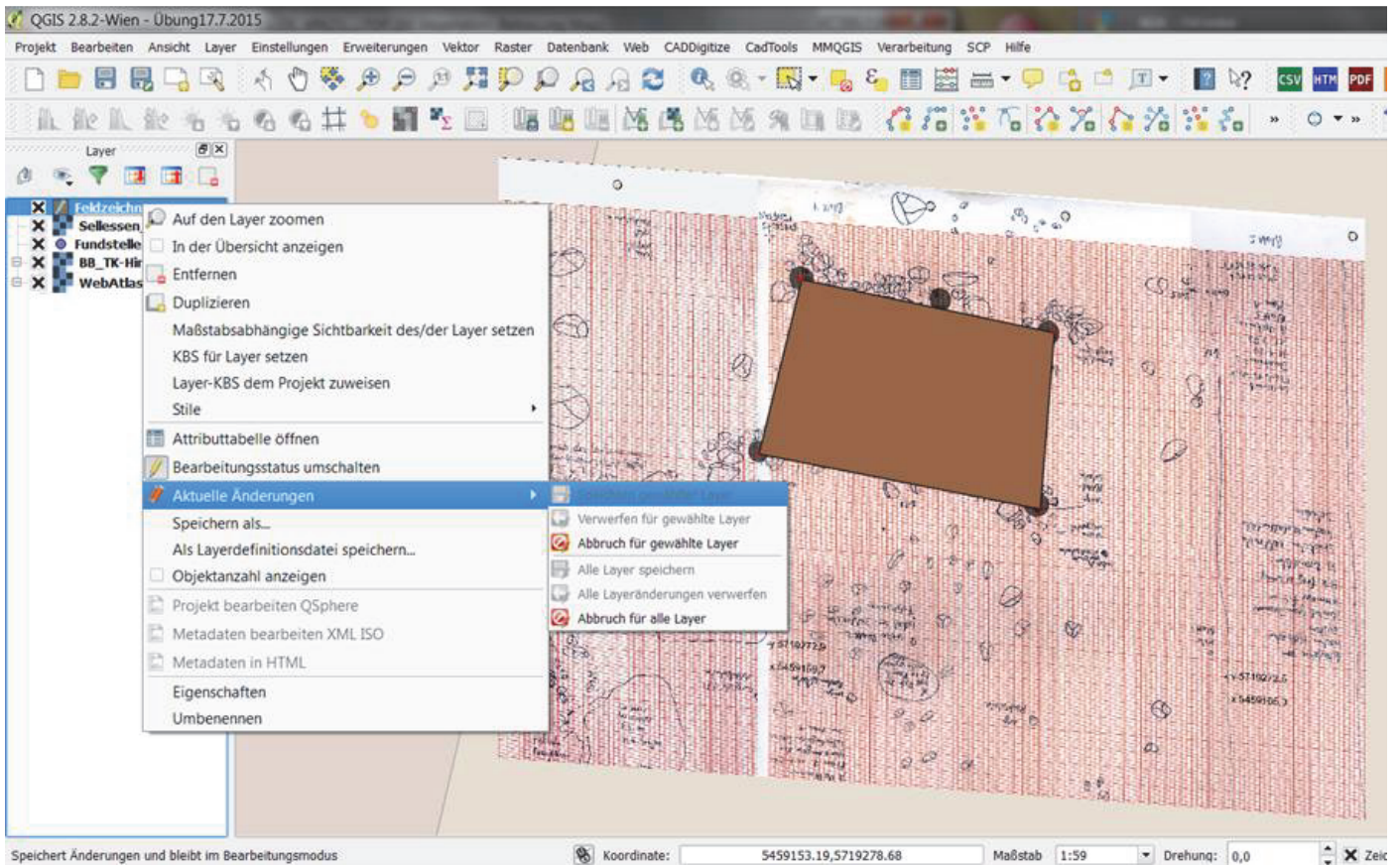
Danach wird noch der Pfad und der Name des neuen Vektorlayers angegeben, der als shape file-Format gespeichert wird.



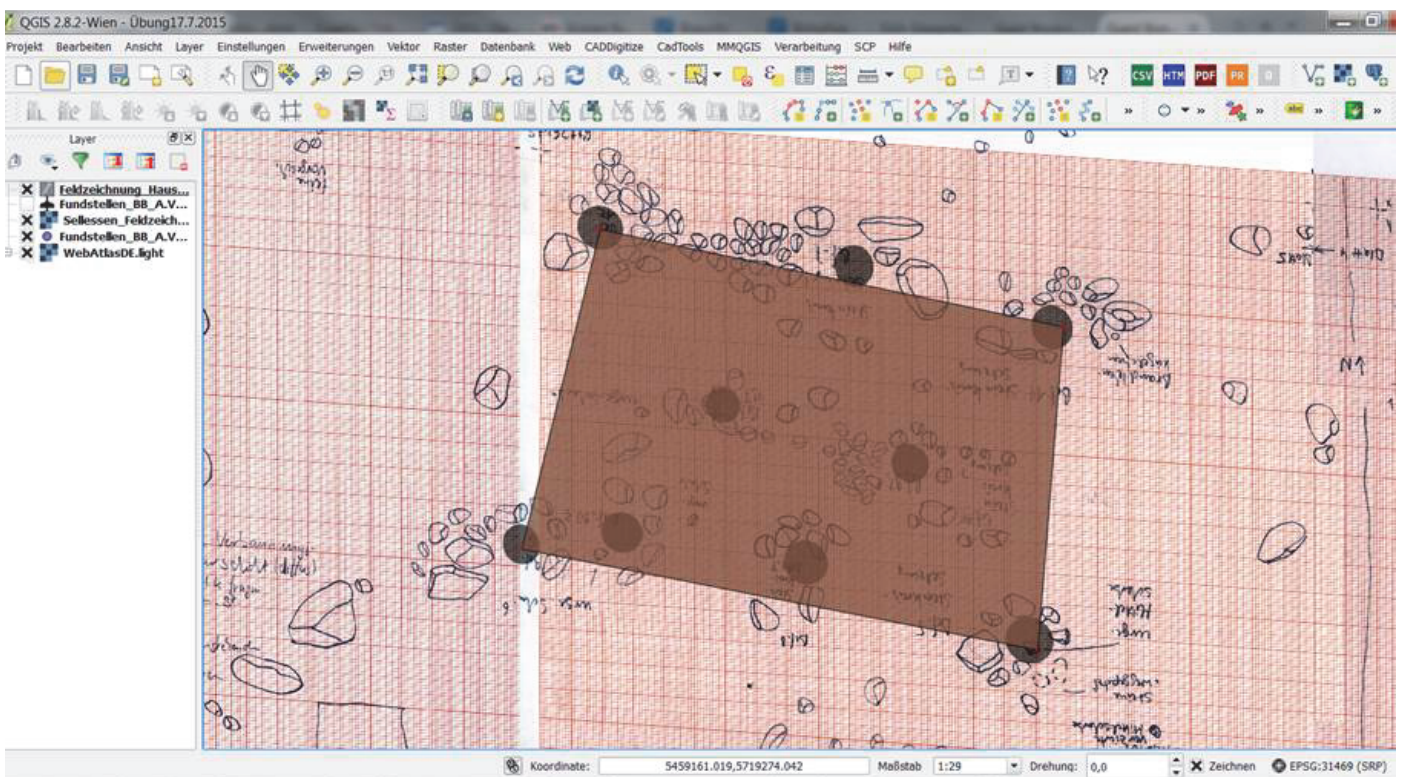
Nun wird der soeben erstellte Vektorlayer bearbeitbar gemacht, indem auf > „Bearbeitungsmodus“ umgeschaltet wird.



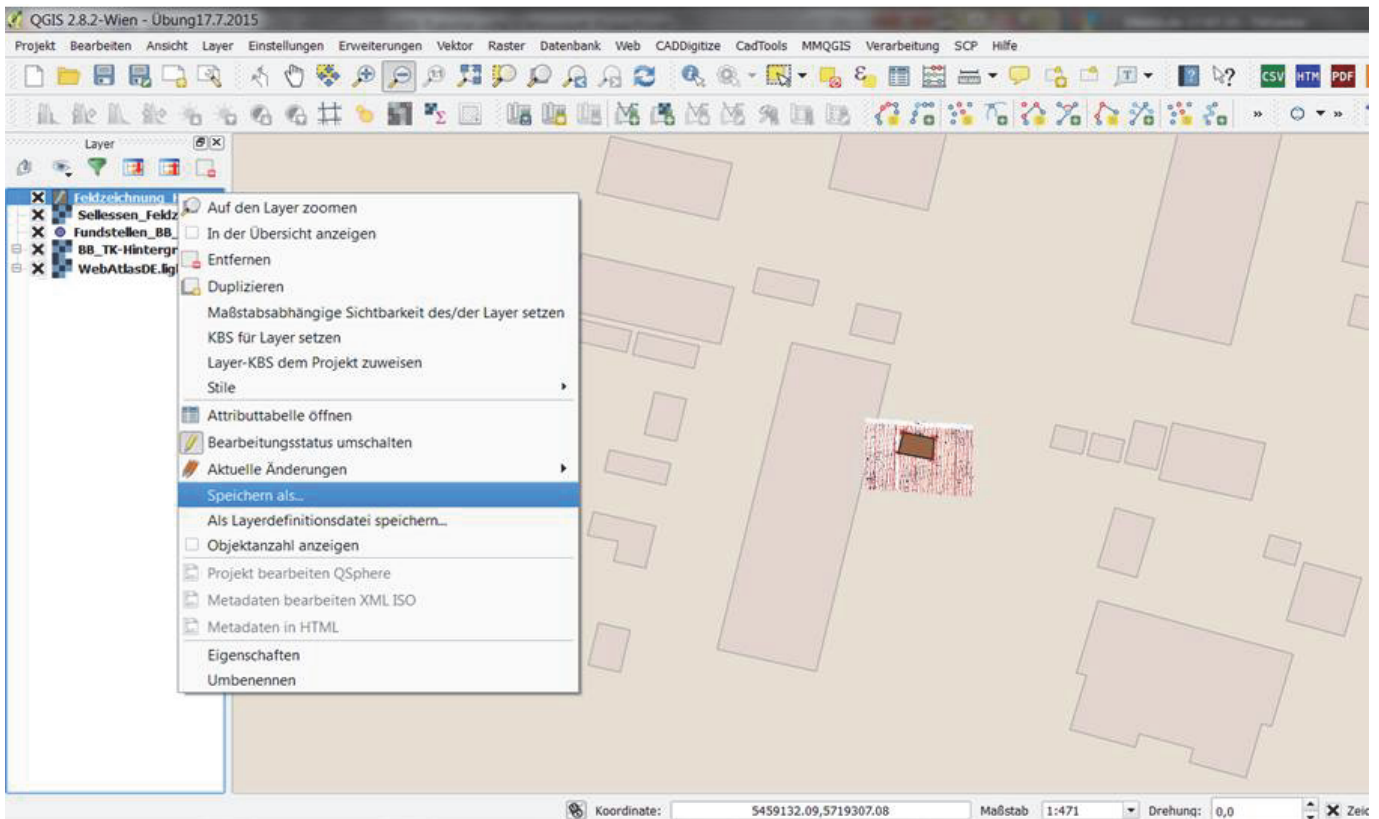
Um ein Polygonobjekt als digitale Umzeichnung anzulegen wird unter > „Bearbeiten“ ein > „Objekt hinzugefügt“ im neuen Layer, den man zuvor angelegt hat (s. vorhergehende Abbildungen).



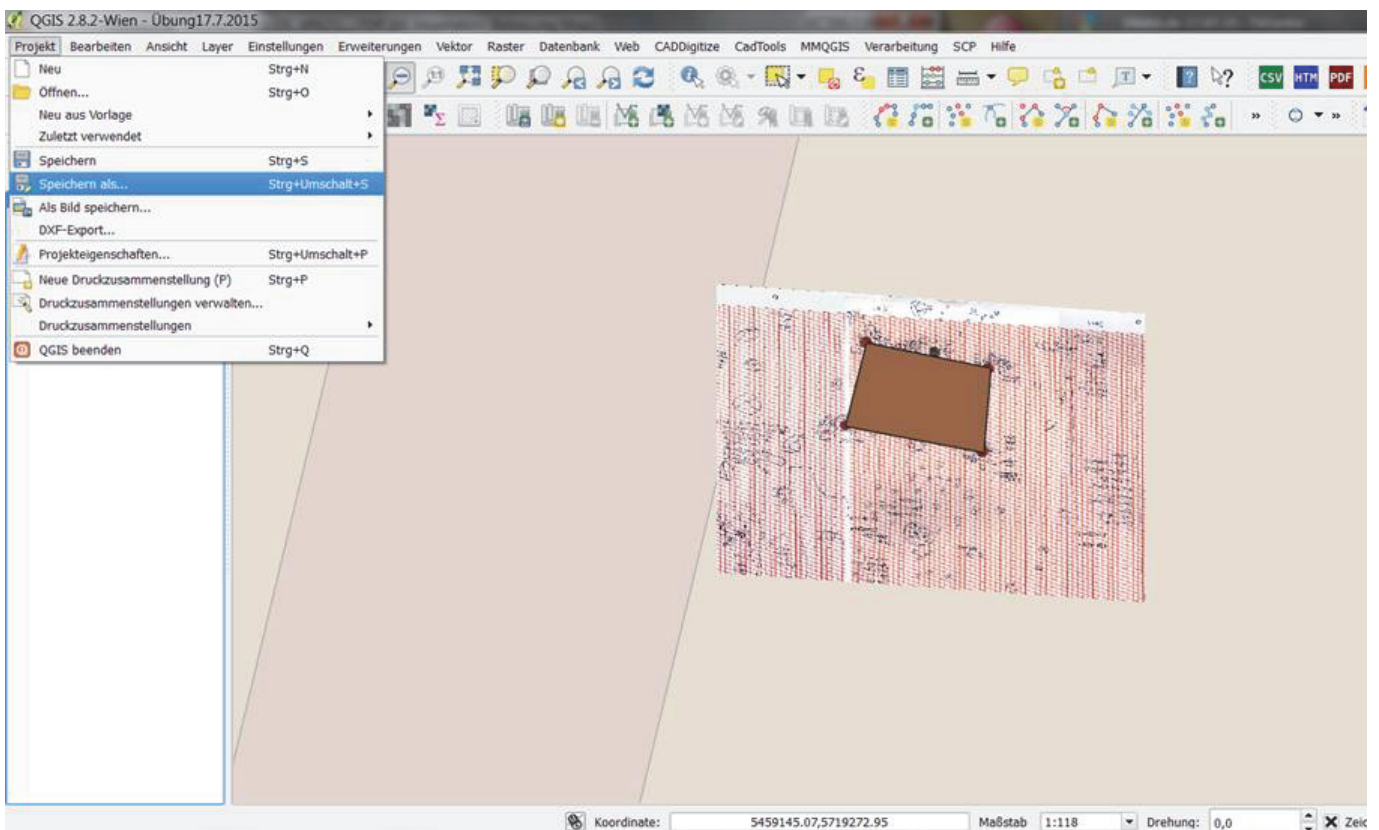
Nach Zeichnung des Polygons müssen die > „aktuellen Änderungen“ > für den „... aktuellen Layer“ gespeichert werden.



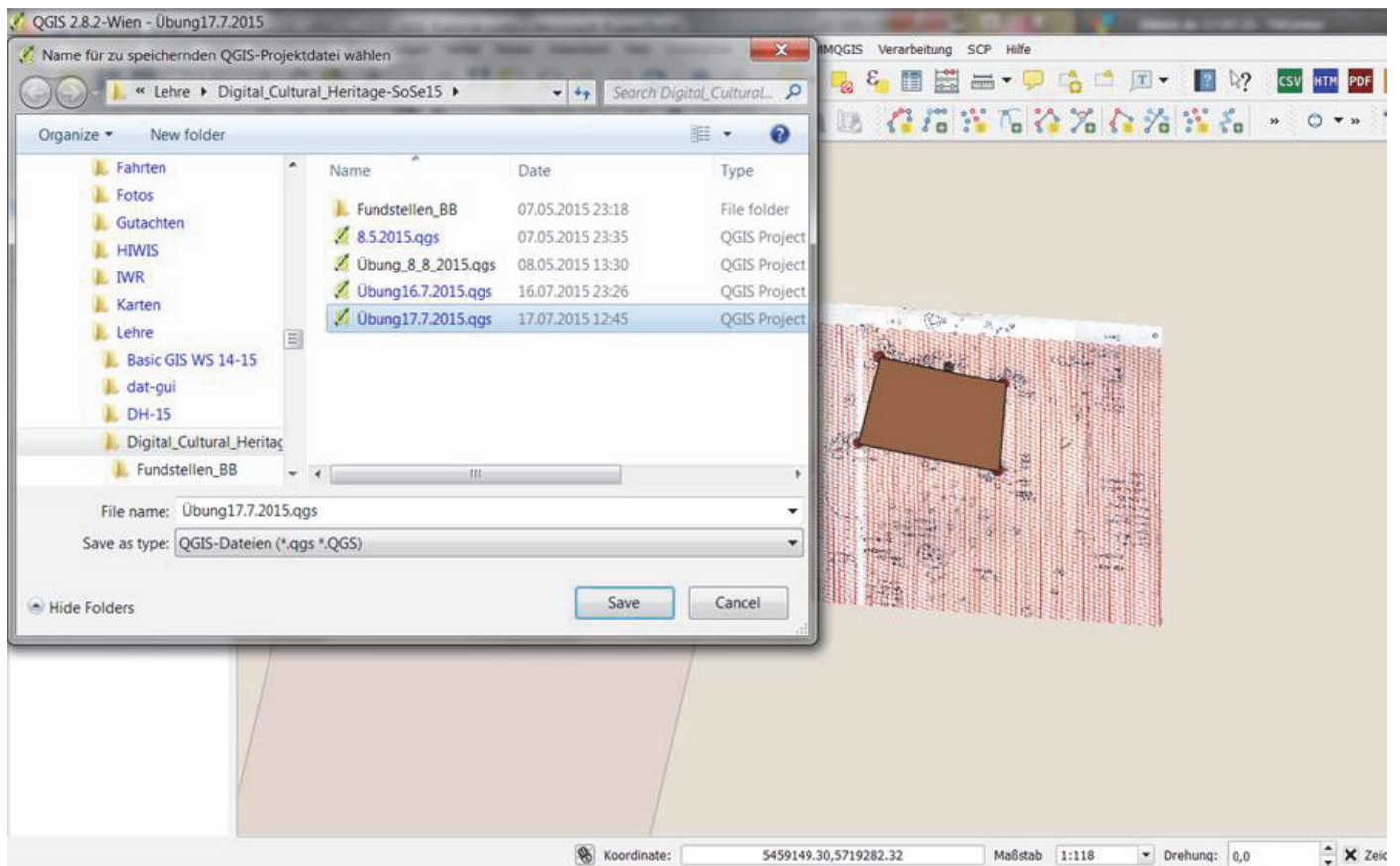
In den Hausbefund des neuen Vektorlayers, in Form der interoperablen ESRI-shape file, kann nun unendlich hinein und hinaus gezoomt werden, da die Darstellungsgrenze im Detail nicht mehr durch die Pixeldichte des ausgehenden Rasterplans (wie zu vor noch) bestimmt wird.



Abschließend muss der Vektorlayer des umgezeichneten Hauses noch als ESRI-shape file im Gauß-Krüger Zone 5 Koordinatensystem gespeichert werden. Im Kartenhintergrund sieht man die heutige Gebäudebebauung Sellessens (OT Neu-Haidemühl), die nach den Ausgrabungen des prähistorischen Hausbefundes erfolgte, auf der Digitalen Topografischen Karte (Geobasis-Informationen Brandenburg), die ebenfalls via WMS ins GIS implementierbar ist.



Zu guter Letzt wird noch der Arbeitsbereich gespeichert, sodass die gesamte Arbeitssitzung einschließlich der jetzigen Layerordnung sowie der internen und externen (WMS) Laufwerkverknüpfungen wiederherstellbar sind (siehe folgende Abbildung).



Alle Abbildungen erstellt von A. Volkmann unter Verwendung von QGIS 2.8.2.

Literatur:

- CONOLLY, J./ LAKE, M. (Hrsg.) Geographical Information Systems in Archaeology (Cambridge 2007).
- DROSS, K., Zum Einsatz von Geoinformationssystemen in Geschichte und Archäologie. Historical Social Research, Vol. 31, Nr. 3, 2006, 279-287. http://hsrtrans.zhsf.unikoeln.de/hsrretro/docs/artikel/hsr/hsr2006_728.pdf
- QGIS, Quantum GIS "Wien" Version 2.8.2, Download <http://www.qgis.org/en/site/forusers/download.html>
- Dokumentation für QGIS 2.8 <http://docs.qgis.org/2.8/de/docs/index.html>
- POLLA, S. (Hrsg.) Computational approaches to the study of movement in archaeology. Theory, practice and interpretation of factors and effects of long term landscape formation and transformation (Berlin/Boston 2014).
- VOLKMANN, A. et al. Geisteswissenschaft und Geografische Informationssysteme (GIS): Erstellung von Kartierungen mit kommerzieller und Open Source Software im Vergleich. Digital Humanities Uni WÜ (Würzburg 2012). <http://go.uni-wuerzburg.de/gisskriptum>
- VOLKMANN, A. Tutorial Georeferencing of historical maps with QGIS - Georeferenzierung von historischen Karten mit QGIS – Ein Bilderbuch. Wissenschaftsblog *archäologiedigitale* Oktober 2014 <http://archdigi.hypotheses.org/420>