

# Database of Mineral, Thermal and Deep Groundwaters of Hesse, Germany

Rafael Schäffer<sup>1</sup>, Kristian Bär<sup>1</sup>, Sebastian Fischer<sup>2</sup>, Johann-Gerhard Fritsche<sup>3</sup>, Ingo Sass<sup>1,4</sup>

<sup>1</sup>Department of Geothermal Science and Technology, Technical University of Darmstadt, Darmstadt, 64287, Germany

<sup>2</sup>Federal Institute for Geosciences and Natural Resources, Berlin, 13593, Germany

<sup>3</sup>Hessian Agency for Nature Conservation, Environment and Geology, Wiesbaden, 65203, Germany

<sup>4</sup>Darmstadt Graduate School of Excellence Energy Science and Engineering, Technical University of Darmstadt, Darmstadt, 64287, Germany

*Correspondence to:* Rafael Schäffer (rafael.schaeffer@tu-darmstadt.de)

## Extended Abstract

The hydrochemical composition of groundwaters is governing its usability for various purposes (drinking water, thermal water, mineral water, mineral extraction, heat extraction etc.). It also has a huge impact on its technical use since changes of temperature and pressure can result in scaling, corrosion and de-gassing etc. which result in extra costs for remediation measures. Furthermore, the hydrochemistry also controls the fluid properties as for example its viscosity or heat capacity. Knowing the hydrochemical composition is therefore imperative to be able to predict its properties and to foresee technical or economic challenges which might arise during utilization.

For this purpose, we designed and compiled the database of mineral, thermal and deep groundwaters of Hesse, Germany. It includes 1035 published hydrochemical data sets from 560 different measurement points in the entire Hessian territory and some adjacent areas. It has been compiled by the TU Darmstadt in close cooperation with the Hessian Agency for Nature Conservation, Environment and Geology (HLNUG) and the Federal Institute for Geosciences and Natural Resources (BGR) as part of the R&D project Hessen 3D 2.0 ('3D modelling of the petrothermal and medium deep geothermal resources for power production, direct heat utilization and storage of the federal state of Hesse') funded by the Federal Ministry for Economic Affairs and Energy (grant number 0325944A). With this publication we provide this database as .xlsx and .csv file. The database includes all available measurements which meet at least one of the following criteria:

- water temperature of at least 20 °C (definition of thermal water)
- solution content of at least 1 g/l (definition of mineral water)
- depth of at least 100 m (definition of the formation water database of the BGR, currently under construction)
- Isotope data without hydrochemical data, mainly  $\Delta^{13}\text{C}$ ,  $^{14}\text{C}$  and  $\Delta^{34}\text{S}$

With few exceptions not matching these criteria are nine data sets (#439, 440, 463, 464, 479, 480, 781, 928, 975), located in other states close ( $\leq 2$  km) to the Hessian state border, which are included to improve the spatial coverage. Two data sets (#615, 772) are included to better represent the crystalline Odenwald. In addition, the Sossenheimer Sprudel (#544) is added, although not meeting the criteria, due to its location within Frankfurt and its historical significance. Analyses older than 1910 are integrated to the database, if

- a. analyses appear trustworthy due to the experience or reputation of a laboratory or an author,
- b. conversions into units valid today can be carried out correctly,
- c. the analysis is of interest for longer time series, or if
- d. there are no recent analytical data available, but due to the geological-hydrochemical importance of the spring or well, respectively, or due to data distribution, it is of interest to include them.

A data set contains up to 122 entries sorted by metadata, references, physico-chemical (sum) parameters, major elements, minor elements, trace elements, dissolved gases, free gases and isotopes (Fig. 1). Further 63 fields – only available in the xlsx-version – serve for semi-automatic data evaluation, control and interpretation, which are complimentary information on the original data set as it was available in the single references. These additions enhance the usability and facilitate the interpretation of the original data sets. Filled fields in light grey in the columns referring to coordinates, altitude, final depth and geological information mark own additions of the data set which were not given in the original reference. Filled fields in light grey in columns concerning the electrical balance and major elements mark own calculations, e.g. bicarbonate from the carbonate hardness or single ions from the electrical balance itself. Filled fields in dark grey indicate comments or explanations available within the observation column, for example additional information, contradicting values in different literature sources or missing data. Electrical balances marked with a red filling indicate deviations larger than  $\pm 5\%$ . Cations and anions define the water type (own classification), if they have an equivalent concentration of at least 20%, and are listed with descending ratios.

The data sets mentioned above are further supplemented by 18 data sets with mean values for rock units occurring in Hesse from Ludwig (2013) to allow for a comparison to mean values of the data base for similar rock types or formations. Furthermore, 37 data sets from the Baden-Württemberg, Rhineland-Palatinate or the French part of the Upper Rhine Graben (URG) from Stober & Jodocy (2011), Stober & Bucher (2015) and Sanjuan et al. (2016) were included since only sparse data from literature are available in Hessen for the hydrogeological units of the graben fill of the URG and the Mesozoic to Paleozoic units below.

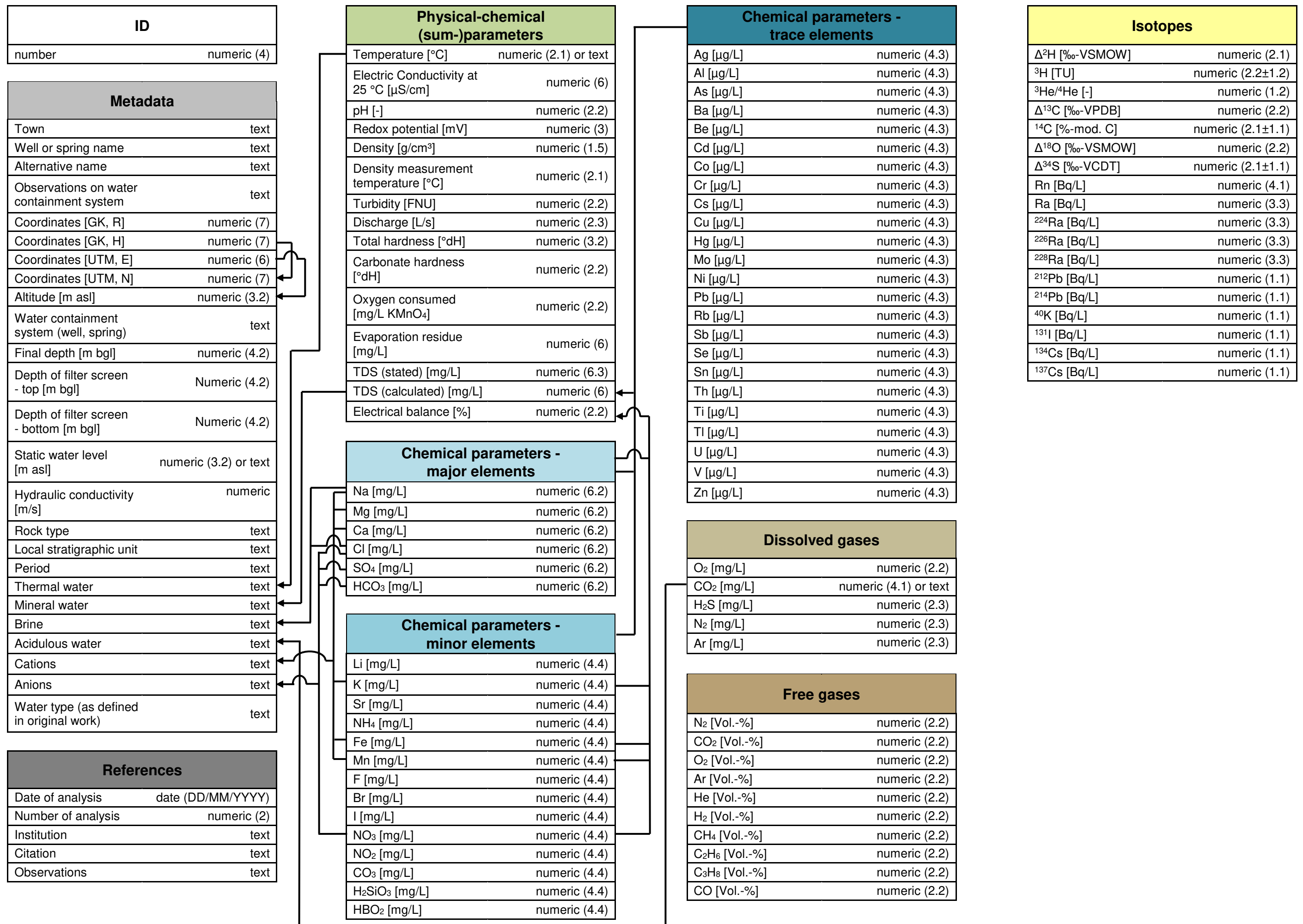


Fig. 1: Entity relation diagram for the database of mineral, thermal and deep groundwaters of Hesse.

## Acknowledgements

Lena Muhl, Sofia Nalbadi and Petra Kraft helped to collect and review the literature, transferred the data or own sources into the database and suggested restructures of the database where needed. Renate Senner gave useful hints on the groundwater data base of Hesse (GruSchu). Christoph Kludt provided a data collection of selected mineral and medicinal waters of Hesse. The Federal Ministry for Economic Affairs and Energy (BMWi) funded this research (grant no. 0325944).

We thank all contributors and also our external cooperation partners for their support and work to fill the database with valuable data or by providing valuable reports or publications to be included in the compilation.

## References

- Carlé, W. (1975): Die Mineral- und Thermalwässer von Mitteleuropa – Geologie, Chemismus, Genese. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, Stuttgart, 643 Seiten. ISBN: 3-8047-0461-1
- Diederich, G. (1975a): Hydrogeologie. In: Laemmlen, M.: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Hessen 1:25000 Blatt 5225 Geisa. Hessisches Landesamt für Bodenforschung, Wiesbaden, 1975, 272 Seiten.
- Diederich, G. (1986): Hydrogeologie. In: Schricke, W.: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Hessen 1:25000 Blatt 5320 Burg-Gemünden. Hessisches Landesamt für Bodenforschung, Wiesbaden, 1986, 135 Seiten.
- Diederich, G. (1987): Hydrogeologie. In: Motzka-Nöring, R.: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Hessen 1:25000 Blatt 4925 Sontra. Hessisches Landesamt für Bodenforschung, Wiesbaden, 1987, 296 Seiten.
- Diederich, G. & Finkenwirth, A. (1974): Hydrogeologie. In: Motzka, R.: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Hessen 1:25000 Blatt 5024 Rotenburg an der Fulda. Hessisches Landesamt für Bodenforschung, Wiesbaden, 1974, 186 Seiten.
- Diederich, G. & Matthess, G. (1972): Hydrogeologie. In: Kupfahl, H.-G.; Meisl, S. & Kümmerle, E.: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Hessen 1:25000 Blatt 6217 Zwingenberg an der Bergstraße. Hessisches Landesamt für Bodenforschung, Wiesbaden, 1972, 276 Seiten.
- Diederich, G. & Reul, K. (1982): Hydrogeologie. In: Ehrenberg, K.-H. & Hicketier, H.: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Hessen 1:25000 Blatt 5622 Steinau an der Straße. Hessisches Landesamt für Bodenforschung, Wiesbaden, 1982, 199 Seiten.

- Diederich, G.; Finkenwirth, A.; Hölting, B.; Kaufmann, E.; Rambow, D.; Scharpff, H.-J.; Stengel-Rutkowski, W. & Wiegand, K. (1991): Hydrogeologisches Kartenwerk Hessen 1:300000. Geologische Abhandlungen Hessen, 95, 1-83. ISSN: 0341-4043
- Dillmann, W. & Stengel-Rutkowski, W. (1978): Hydrogeologie. In: Mittmeyer, H.-G.: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Hessen 1:25000 Blatt 5813 Nasstätten. Hessisches Landesamt für Bodenforschung, Wiesbaden, 1978, 112 Seiten.
- Ehrenberg, K.-H.; Fromm, K.; Grubbe, K.; Harre, W.; Hentschel, G.; Hölting, B.; Holtz, S; Kreutzer, H.; Meisl, S.; Nöring, F.; Plaumann, S.; Pucher, R.; Strecker, G.; Sušić, M. & Zschau, H.-J. (1981): Forschungsbohrung im Hohen Vogelsberg (Hessen) - Bohrung 1 (Flösser-Schneise) - Bohrung 2/2A (Hasselborn). Geologische Abhandlungen Hessen 81, 1-166. ISSN: 0341-4043
- Fresenius, R. (1886): Neue chemische Untersuchung des Kochbrunnens zu Wiesbaden und Vergleichung der Resultate mit den 1849 von mir erhaltenen. Jahrbücher des Nassauischen Vereins für Naturkunde 39, 1-20. ISSN: 0368-1254
- Fresenius, R. (1887): Chemische Untersuchungen der kleinen Schützenhofquelle zu Wiesbaden. Jahrbücher des Nassauischen Vereins für Naturkunde 40, 14-27. ISSN: 0368-1254
- Fresenius, W. (1956): Die Quellanalyse. Kur- und Fremdenblatt Wiesbaden 1956/11, 13-15.
- Fresenius, W. (1961): Die Zusammensetzung der Quellen. Ärztliche Mitteilungen 21, 1221-1224.
- Fritsche, H.-G.; Becker, F. & Heggemann, H. (2001): Die Tiefbohrung Rotenburg HKZ 1001 - Geologie des Deckgebirges und hydrogeologische Ergebnisse. Geologisches Jahrbuch Hessen 128, 5-17. ISSN: 0341-4027
- Geyh, M. A. & Rambow, D. (1997): Isotopenhydrologische Untersuchungen an Grundwässern aus dem Buntsandstein Nordhessens. Geologisches Jahrbuch Hessen 125, 43-62. ISSN: 0341-4027
- Giegerich, W. (1986): Bad Vilbel – Landschaft, Geschichte, Kultur. 2. Auflage, Waldemar Kramer, Frankfurt/Main, 493 Seiten. ISBN: 3-7829-0315-3
- Golwer, A. (1993): In: Kümmerle, E. & Seidenschwann, G.: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Hessen 1:25000 Blatt 5818 Frankfurt am Main Ost. Hessisches Landesamt für Bodenforschung, Wiesbaden, 1993, 308 Seiten. ISBN: 3-89531-131-6
- Golwer, A. (2005): Die Heilquellen von Bad Soden am Taunus. Geologisches Jahrbuch Hessen 132, 5-32. ISSN: 0341-4027
- Golwer, A. (2009): In: Kümmerle, E. & Seidenschwann, G.: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Hessen 1:25000 Blatt 5817 Frankfurt am Main West. Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Wiesbaden, 2009, 308 Seiten. ISBN: 978-3-89531-130-7

- Griesshaber, E.; O’Nions, R. K. & Oxburgh, E. R. (1992): Helium and carbon isotope systematics in crustal fluids from the Eifel, the Rhine Graben and Black Forest, Federal Republic of Germany. *Chemical Geology* 99, 213-235. doi: 10.1016/0009-2541(92)90178-8
- GruSchu (2019): <http://gruschu.hessen.de/mapapps/resources/apps/gruschu/index.html?lang=de>, zuletzt aufgerufen am 07.01.2020
- Himstedt, F. v.; Hintz, E.; Grünhut, L.; Jacoby, C.; Kauffmann, H.; Keilhack, K.; Kionka, H.; Kraus, F.; Kremser, V.; Nicolas, P.; Paul, T.; Röchling, F.; Scherrer, A.; Schütze, C.; Winckler, A.; Rost, E.; Sonntag, G. & Auerbach, F. (1907): *Deutsches Bäderbuch*. Verlag von J. J. Weber, Leipzig, 535 Seiten.
- HLUG (o.J.): Aktenzeichen: 6217/40, Schichtenverzeichnis und Untersuchungsergebnisse Wiag Hessen 4, 14 Seiten.
- Hölting, B. (1966): Die Mineralquellen in Bad Wildungen und Kleinern. *Abhandlungen des hessischen Landesamtes für Bodenforschung* 53, 1-59. ISSN: 0440-7423
- Hölting, B. (1972): Ein in Wetter/Kreis Marburg (Hessen) erschlossenes Na<sub>2</sub>-SO<sub>4</sub>-haltiges Mineralwasser und die Genese solcher Wässer. *Notizblatt des hessischen Landesamtes für Bodenforschung* 100, 260-283. ISSN: 0369-514X
- Hölting, B. (1973): Hydrogeologie. In: Horn, M.; Kulick, J. & Meischner, D.: *Erläuterungen zur Geologischen Karte von Hessen 1:25000 Blatt 4820 Bad Wildungen*. Hessisches Landesamt für Bodenforschung, Wiesbaden, 1973, 386 Seiten.
- Hölting, B. (1976): Hydrogeologie. In: Horn, M.: *Erläuterungen zur Geologischen Karte von Hessen 1:25000 Blatt 4620 Arolsen*. Hessisches Landesamt für Bodenforschung, Wiesbaden, 1976, 225 Seiten.
- Hölting, B. (1979): Neue Mineralwasservorkommen in Hessen. *Heilbad und Kurort* 31, 84-93. ISSN: 0343-768X
- Hölting, B. (1981): Vorkommen und Verbreitung von tiefen Grundwässern des Na<sub>2</sub>-SO<sub>4</sub>-Typs in Hessen. *Geologisches Jahrbuch Hessen* 109, 139-146. ISSN: 0341-4027
- Hölting, B. (1982): Hydrogeologie. In: Horn, M.: *Erläuterungen zur Geologischen Karte von Hessen 1:25000 Blatt 4520 Warburg*. Hessisches Landesamt für Bodenforschung, Wiesbaden, 1982, 238 Seiten.
- Hölting, B. (1984): Hydrogeologie. In: Reich, H.: *Erläuterungen zur Geologischen Karte von Hessen 1:25000 Blatt 4917 Battenberg (Eder)*. Hessisches Landesamt für Bodenforschung, Wiesbaden, 1984, 70 Seiten.
- Hölting, B. (1985): Hydrogeologie. In: Kupfahl, H.-G.: *Erläuterungen zur Geologischen Karte von Hessen 1:25000 Blatt 5018 Wetter (Hessen)*. Hessisches Landesamt für Bodenforschung, Wiesbaden, 1985, 147 Seiten.

- Höltling, B. (1992): Hydrogeologie. In: Schmierer, T.: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Hessen 1:25000 Blatt 5017 Biedenkopf. Hessisches Landesamt für Bodenforschung, Wiesbaden, 1992, 125 Seiten.
- Höltling, B. & Laemmlen M. (1974): Geologische und hydrogeologische Ergebnisse von Brunnenbohrungen am Süd- und Südwesthang des Knüll-Gebirges (Hessen). Notizblatt des hessischen Landesamtes für Bodenforschung 102, 270-295. ISSN: 0369-514X
- Institut Fresenius (2017): Prüfbericht 3461670. Institut Fresenius, Taunusstein, 6 Seiten.
- Jochheim, P. (1858): Die Mineralquellen des Grossherzogthums Hessen, seiner Enclaven und der Landgrafschaft Hessen-Homburg. Ferdinand Enke Verlag, Erlangen, 139 Seiten.
- Käb, W. & Käb, H. (2008): Deutsches Bäderbuch – Zweite Auflage. Schweizerbart, Stuttgart, 1232 Seiten. ISBN: 978-3-510-65241-9
- Kirnbauer, T. (2008): Hydrothermale Bildungen des Thermalwassersystems von Bad Nauheim (Wetterau) und dessen Alter. Jahresberichte der Wetterauischen Gesellschaft für die gesamte Naturkunde zu Hanau 158 (2), 39-96. ISSN: 0340-4390
- Kupfahl, H.-G. & Müller-Haackel, A. (1965): Hydrogeologie. In: Kupfahl, H.-G.: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Hessen 1:25000 Blatt 5323 Schlitz. Hessisches Landesamt für Bodenforschung, Wiesbaden, 1965, 258 Seiten.
- Kußmaul, H. & Fresenius, W. (1990): Isotopenuntersuchungen von Heil- und Mineralquellen im Bereich der Taunusrandverwerfung. Heilbad und Kurort, Zeitschrift für das gesamte Bäderwesen 42, 298-301. ISSN: 0343-768X
- Leßmann, B., Wiegand, K. & Scharpff, H.-J. (2001): Die Hydrogeologie des vulkanischen Vogelsberges. Geologische Abhandlungen Hessen 108, 3-144. ISBN: 3-89531-810-8
- Liebig, J. von (1839a): Untersuchungen der Mineralquellen zu Soden und Bemerkungen über die Wirkung der Salze auf den Organismus. Annalen der Pharmacie 30/1, 4-19.  
doi: 10.1002/jlac.18390300103
- Liebig, J. von (1839b): Zusammensetzung der Mineralquelle No. XIX in Soden. Annalen der Pharmacie 31/1, 61-62. doi: 10.1002/jlac.18390310107
- Lorenz, G. (2014): Isotopenhydrologische Untersuchungen am Grundwasser aus den Tiefbohrungen 1 und 7 im Erschließungsgebiet Nieste / Kassel. Hydroisotop, Schweitenkirchen, 12 Seiten.
- Lorenz, G. (2015): Isotopenhydrologische Untersuchungen am Grundwasser aus dem Tiefbrunnen 2 im Erschließungsgebiet Nieste / Kassel. Hydroisotop, Schweitenkirchen, 9 Seiten.
- Ludwig, F. (2013): Geogene Hintergrundwerte der Hauptbestandteile und Spurenstoffe in hessischen Grundwässern. Geologische Abhandlungen Hessen 118, 1-165. ISBN: 978-3-89531-820-7

- Ludwig, F.; Stober, I. & Bucher, K. (2011): Hydrochemical Groundwater Evolution in the Bunter Sandstone Sequence of the Odenwald Mountain Range, Germany: A Laboratory and Field Study. *Aquatic Geochemistry* 17, 165-193. doi: 10.1007/s10498-010-9118-8
- Matthess, G. (1967a): Hydrogeologie. In: Laemmlen, M.: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Hessen 1:25000 Blatt 5124 Bad Hersfeld. Hessisches Landesamt für Bodenforschung, Wiesbaden, 1967, 280 Seiten.
- Matthess, G. (1967b): Hydrogeologie. In: Motzka, R. & Laemmlen, M.: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Hessen 1:25000 Blatt 5224 Eiterfeld. Hessisches Landesamt für Bodenforschung, Wiesbaden, 1967, 213 Seiten.
- Meischner, D. & Steinmetz, S. (2001): Die Mineralquellen von Bad Wildungen (Hessen), tektonische Stellung und Herkunft der gelösten Bestandteile. *Geologisches Jahrbuch Hessen* 128, 83-95. ISSN: 0341-4027
- Michel, G. (1986): Hydrogeologie. In: Knapp, G.: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Nordrhein-Westfalen 1:25000 Blatt 4421 Borgentreich. Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen, Krefeld, 1986, 172 Seiten.
- Michels, F. (1925): Der Sossenheimer Sprudel. *Aus Natur und Museum* 55, 476-480.
- Michels, F. (1954): Die Wiesbadener Mineralquellen. *Jahrbuch des nassauischen Vereins für Naturkunde* 98, 17-55. ISSN: 0368-1254
- Michels, F. (1955): Zur Geologie der Wiesbadener Mineralquellen. *Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft* 106 (1), 113-117.
- Michels, F. (1972): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Hessen 1:25000 Blatt 5914 Eltville am Rhein. Hessisches Landesamt für Bodenforschung, Wiesbaden, 1972, 79 Seiten.
- Michels, R. & Schmidt, S. (2000): Die Heilquellen des hessischen Staatsbades Bad Nauheim – Fakten und Daten im Überblick. Landesamt für Wasserwirtschaft Rheinland-Pfalz, Mainz, 2000, 116 Seiten und Anlagen.
- Michels, F.; Zöller, A. & Wenz, W. (1930a): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Preußen und benachbarten deutschen Ländern, Blatt Frankfurt/Main-West (Höchst) – Steinbach. Preußische Geologische Landesanstalt, Berlin, 1930, 96 Seiten.
- Michels, F.; Wenz, W. & Zöller, A. (1930b): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Preußen und benachbarten deutschen Ländern, Blatt Frankfurt/Main-Ost – Offenbach. Preußische Geologische Landesanstalt, Berlin, 1930, 88 Seiten.
- Mittelbach, G. & Siebert, S. (2014): Gutachten zur Festsetzung eines Heilquellenschutzgebietes für die Heilquellen (Große und Kleine Adlerquelle, Schützenhofquelle, Kochbrunnen, Salmquelle und Faulbrunnen) von Wiesbaden, Stadt Wiesbaden. Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Wiesbaden, 52 Seiten.



- Neumann-Redlin, C. (1977): Hydrogeologie. In: Lepper, J.: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Niedersachsen 1:25000 Blatt 4323 Uslar. Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung, Hannover, 1977, 129 Seiten.
- Nielsen, H. & Rambow, D. (1969): S-Isotopenuntersuchungen an Sulfaten hessischer Mineralwässer. Notizblatt des hessischen Landesamtes für Bodenforschung 97, 352-366. ISSN: 0369-514X
- Nöring, F. (1951): Die Fortsetzung der Saar-Senke in Hessen. Notizblatt des hessischen Landesamtes für Bodenforschung 2, 22-40. ISSN: 0369-514X
- Nöring, F. (1952): Die Solquellen in Gelnhausen. Notizblatt des hessischen Landesamtes für Bodenforschung 3, 278-293. ISSN: 0369-514X
- Pickel, H.-J. & Schubuth, H. (1978): Zur Hydrochemie neuer Tiefenwasservorkommen in Nordhessen. Geologisches Jahrbuch Hessen 106, 433-441. ISSN: 0341-4027
- Pickel, H.-J. & Wiegand, K. (1976): Ein neues Salzwasservorkommen im Stadtgebiet von Gießen, Mittelhessen. Geologisches Jahrbuch Hessen 104, 245-151. ISSN: 0341-4027
- Pöschl, W. (1999): Hydrogeologie. In: Becker, R. E. & Kulick, J.: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Hessen 1:25 000 Blatt 4923 Altmorschen. Hessisches Landesamt für Bodenforschung, Wiesbaden, 1999, 394 Seiten. ISBN: 3-89531-039-9
- Rambow, D. (1967): Die Solling-Folge und der untere Röt (Buntsandstein) in der Niederhessischen Senke. Notizblatt des hessischen Landesamtes für Bodenforschung 95, 83-101. ISSN: 0369-514X
- Rambow, D. (1981): Hydrogeologie. In: Kupfahl, H.-G.: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Hessen 1:25000 Blatt 4723 Oberkaufungen. Hessisches Landesamt für Bodenforschung, Wiesbaden, 1981, 212 Seiten.
- Rambow, D. (1983): Hydrogeologie. In: Meiburg, P.: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Hessen 1:25000 Blatt 4521 Liebenau. Hessisches Landesamt für Bodenforschung, Wiesbaden, 1983, 175 Seiten.
- Rambow, D. & Rösing, F. (1966): Bohrungen. In: Rösing, F.: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Hessen 1:25 000 Blatt 4621 Wolfhagen. Hessisches Landesamt für Bodenforschung, Wiesbaden, 1966, 246 Seiten.
- Renftel, L.-O. & Scharpff, H.-J. (1998): Hydrogeologie. In: Renftel, L.-O.: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Hessen 1:25 000 Blatt 5819 Hanau. Hessisches Landesamt für Bodenforschung, Wiesbaden, 1998, 278 Seiten. ISBN: 3-89531-132-4
- Reul, K. (1977): Hydrogeologie. In: Diederich, G. & Ehrenberg, K.-H.: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Hessen 1:25 000 Blatt 5721 Gelnhausen. Hessisches Landesamt für Bodenforschung, Wiesbaden, 1977, 256 Seiten.

- Rosenberg, F. & Mittelbach, G. (1996): Geogene Arsenanreicherungen im Wiesbadener Bergkirchenviertel. Geologisches Jahrbuch Hessen 124, 175-189. ISSN: 0341-4027
- Rumohr, S. (1999): Hydrogeologie. In: Kowalczyk, G., Kümmerle, E. & Semmel, A.: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Hessen 1:25 000 Blatt 5918 Neu-Isenburg. Hessisches Landesamt für Bodenforschung, Wiesbaden, 1999, 208 Seiten. ISBN: 3-8953 1-132-4
- Sanjuan, B.; Millot, R.; Innocent, C.; Dezayes, C.; Scheiber, J. & Brach, M. (2016): Major geochemical characteristics of geothermal brines from the Upper Rhine Graben granitic basement with constraints on temperature and circulation. *Chemical Geology* 428, 27-47.  
doi: 10.1016/j.chemgeo.2016.02.021
- Schäffer, R. (2012): Hydrogeologische und geothermische Untersuchungen der Heilquellen und Heilbrunnen Bad Soden-Salmünsters. Unveröffentlichte Diplomarbeit, Technische Universität Darmstadt, 114 Seiten.
- Schäffer, R. & Sass, I. (2016): Ausbreitung und Vermischung geogener, kohlendioxidführender Thermalsole in oberflächennahem Grundwasser, Bad Nauheim. *Grundwasser* 21 (4), 305-319.  
doi: 10.1007/s00767-016-0341-0.
- Schäffer, R.; Bär, K. & Sass, I. (2018): Multimethod Exploration of the Hydrothermal Reservoir in Bad Soden-Salmünster, Germany. *German Journal of Geology* 169 (3), 311-333.  
doi: 10.1127/zdgg/2018/0147
- Scharpff, H.-J. (1974): Verbreitung und Dynamik der mineralwasserbeeinflussten Grundwässer der Wetterau/Hessen. *Abhandlungen des hessischen Landesamtes für Bodenforschung* 70, 103-158 + Anlagen. ISSN: 0440-7423
- Scharpff, H.-J. (1976): Hydrogeologie. In: Kümmerle, E.: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Hessen 1:25000 Blatt 5618 Friedberg. Hessisches Landesamt für Bodenforschung, Wiesbaden, 1976, 247 Seiten.
- Schmitt, O. & Thews, J.-D. (1974): Hydrogeologie. In: Schmitt, O. & Steuer, A.: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Hessen 1:25 000 Blatt 6016 Groß-Gerau. Hessisches Landesamt für Bodenforschung, Wiesbaden, 1974, 202 Seiten.
- Schwille, F. (1953): Natriumhydrogenkarbonat- und Natriumchlorid-Wässer im tieferen Untergrund des Mainzer Beckens. *Notizblatt des hessischen Landesamtes für Bodenforschung* 81, 314-335. ISSN: 0369-514X
- Sobotha, E. (1956): Eine neuerbohrte Mineralquelle in Frankenberg/Eder. *Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft* 108, 100-104. doi: 10.1127/zdgg/108/1956/100
- Staatsbad Bad Schwalbach (2020): Trinkwasser- und Heilwasseranalysen. Persönliche Mitteilung, 24.02.2020, 18 Seiten.

- Stadt Bad König (2020): <https://www.badkoenig.de/fileadmin/pdf/Wasseranalyse.pdf>, zuletzt aufgerufen am 15.06.2020
- Stadt Bad Soden (2020): <https://www.bad-soden.de/zum-entdecken-erleben/sehenswertes/heilquellen/>, zuletzt aufgerufen am 07.01.2020
- Stadtwerke Michelstadt (2019): <http://www.stadtwerke-michelstadt.de/service-kontakt/trinkwasseranalysen.html>, zuletzt aufgerufen am 07.01.2020
- Stahl, W. & Diederich, G. (1975): C-Isotopenanalysen des Methans und Kohlendioxids einiger hessischer Mineralwässer. Notizblatt des hessischen Landesamtes für Bodenforschung 103, 305-313. ISSN: 0369-514X
- Stengel-Rutkowski, W. (1970): Hydrogeologie. In: Lippert, H.-J.; Hentschel, H. & Rabien, A.: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Hessen 1:25 000 Blatt 5215 Dillenburg. Hessisches Landesamt für Bodenforschung, Wiesbaden, 1970, 550 Seiten.
- Stengel-Rutkowski, W. (1971): Die Neufassung der Römerquelle in Schlangenbad, Untertaunuskreis. Notizblatt des hessischen Landesamtes für Bodenforschung 99, 334-340. ISSN: 0369-514X
- Stengel-Rutkowski, W. (1979): Hydrogeologie. In: Hentschel, H. & Thews, J.-D.: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Hessen 1:25 000 Blatt 5514 Hadamar. Hessisches Landesamt für Bodenforschung, Wiesbaden, 1979, 169 Seiten.
- Stengel-Rutkowski, W. (1980a): Hydrogeologie. In: Schottler, W.: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Hessen 1:25 000 Blatt 5418 Gießen. Hessisches Landesamt für Bodenforschung, Wiesbaden, 1980, 163 Seiten.
- Stengel-Rutkowski, W. (1980b): Die hydrogeologischen Verhältnisse im basaltischen Tertiär des östlichen Westerwaldes. Geologisches Jahrbuch Hessen 108, 177-195. ISSN: 0341-4027
- Steuer, A. (1907): Bodenwasser und Diluvialablagerungen im hessischen Ried. Notizblatt des Vereins für Erdkunde und der Großherzoglichen geologischen Landesanstalt zu Darmstadt 28, 49-94.
- Stober, I. & Bucher, K. (2015): Hydraulic and hydrochemical properties of deep sedimentary reservoirs of the Upper Rhine Graben, Europe. Geofluids 15, 464-482. doi: 10.1111/gfl.12122
- Stober, I. & Jodocy, M. (2011): Hydrochemie der Tiefenwässer im Oberrheingraben - Eine Basisinformation für geothermische Nutzungssysteme. Zeitschrift für geologische Wissenschaften 39/1, 39-57. ISSN: 0303-4534
- Thews, J.-D. (1969): Hydrogeologie. In: Kümmerle, E. & Semmel, A.: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Hessen 1:25 000 Blatt 5916 Hochheim am Main. Hessisches Landesamt für Bodenforschung, Wiesbaden, 1969, 209 Seiten.
- Thews, J.-D. (1970): Die Mineralquellen von Bad Weilbach. Abhandlungen des hessischen Landesamtes für Bodenforschung 56, 193-213. ISSN: 0440-7423

- Thews, J.-D. (1972): Zur Typologie der Grundwasserbeschaffenheit im Taunus und Taunusvorland. Abhandlungen des hessischen Landesamtes für Bodenforschung 63, 1-42. ISSN: 0440-7423
- Thews, J.-D. (1977): Die Mineralwasservorkommen im Rheingau/Hessen. Geologisches Jahrbuch Hessen 105, 185-210. ISSN: 0341-4027
- Udluft, H. (1951): Eine neue Darstellungsweise von Mineralwasser-Analysen. Heilbad und Kurort 3 (10), 172-172. ISSN: 0343-768X
- Udluft, H. (1953): Über eine neue Darstellungsweise von Mineralwasseranalysen II. Notizblatt des hessischen Landesamtes für Bodenforschung 81, 308-313. ISSN: 0369-514X
- Udluft, H. (1957): Zur graphischen Darstellung von Mineralwasseranalysen und von Wasseranalysen. Heilbad und Kurort 9, 173-176. ISSN: 0343-768X
- Udluft, H. (1969): Hydrogeologie. In: Rösing, F.: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Hessen 1:25000 Blatt 4622 Kassel-West. Hessisches Landesamt für Bodenforschung, Wiesbaden, 1969, 205 Seiten.
- Unger Ingenieure (2016): Wassergewinnungsgebiet Nieste TB 1 - Wasserrechtlicher Bewilligungsantrag einer Grundwasserentnahme von 1.200.000 m<sup>3</sup>/a für die öffentliche Trinkwasserversorgung. Unger Ingenieure, Homburg (Efze), 162 Seiten.
- Wagner, W. & Michels, F. (1930): Wasserverhältnisse. Erläuterungen zur Geologischen Karte von Hessen im Maßstabe 1:25000 Blatt Bingen-Rüdesheim. Hessischer Staatsverlag, Darmstadt, 1930, 167 Seiten.
- Wiegand, K. (1981): Hydrogeologie. In: Kümmerle, E.: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Hessen 1:25000 Blatt 5518 Butzbach. Hessisches Landesamt für Bodenforschung, Wiesbaden, 1981, 214 Seiten.