



universität
wien

MASTERARBEIT

Titel der Masterarbeit

**„Analyse der Wassertemperaturen und
Hydrochemie ausgewählter österreichischer
Quellen von 1992 bis 2013 und Interpretation der
möglichen Beeinflussung durch den
Klimawandel“**

Verfasserin

Dipl.-Ing.(FH) Erika-Maria MÜHLMANN

angestrebter akademischer Grad

Master of Science (M.Sc.)

Wien, 2015

Studienkennzahl lt. Studienblatt: A 066 815

Studienrichtung lt. Studienblatt: Masterstudium Erdwissenschaften UG2002

Betreuer: Univ.Doz.Mag.Dr. Martin **KRALIK**

Danksagung

Zuerst möchte ich mich bei meinen Kindern, Natalie und Artur, bzw. bei meinem Lebensgefährten, Szabó László Attila, bedanken, welche mir in der ganzen Zeit in jeder Hinsicht beigestanden sind.

Besonders danke ich Herrn Univ.-Doz. Mag. Dr. Martin Kralik vom Umweltbundesamt für seine Geduld und für die intensive Betreuung beim Verfassen dieser Arbeit.

Mein besonderer Dank gilt auch Herrn Ao. Univ.-Prof. Dr. Hermann Häusler vom Department für Umweltgeowissenschaften der Universität Wien, Frau Dipl.-Ing. Jutta Eybl vom Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Herrn Dipl.-Ing. Dr. Helmut Herlicska und Herrn Ing. Bernhard Hanifl vom Wasserleitungsverband Nördliches Burgenland, sowie Herrn Mag. Gerhard Bieber und Herrn Mag. Alexander Römer von der Geologischen Bundesanstalt, welche mir wichtige Informationen und Daten zur Verfügung gestellt haben.

Ich danke auch Frau Dipl.-Ing. Andrea Bichler und Herrn Dr. Christian Müllegger für die Durchführung der Isotopenanalyse der eingesammelten Wasserproben.

Darüber hinaus danke ich Frau Mag. Birgit Jochum und Herrn Andreas Bechtold MSc für das Korrekturlesen.

Außerdem bedanke ich mich bei allen, die in irgendeiner Weise zur Fertigstellung dieser wissenschaftlichen Arbeit beigetragen haben.

VIELEN DANK AN ALLE!

Ich erkläre ehrenwörtlich, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig und ohne fremde Hilfe verfasst, andere als die angegebenen Quellen nicht benützt und die den benutzten Quellen wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Wien, Juli 2015

Inhalt

I. ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS -----	III
II. LEGENDE TRENDANALYSE -----	III
KURZFASSUNG -----	4
ABSTRACT -----	6
VORWORT -----	8
TEIL A -----	9
1. EINFÜHRUNG -----	10
2. AUSWAHL DER MESSSTELLEN -----	13
3. ERLÄUTERUNG ZU DEN MESSDATEN -----	15
3.1. HYDROGRAPHISCHE DATEN-----	15
3.2. GZÜV-DATEN-----	15
3.3. METEOROLOGISCHE DATEN-----	15
4. METHODIK UND DURCHFÜHRUNG -----	18
5. DARSTELLUNG DER ERGEBNISSE -----	20
5.1. ABHÄNGIGKEIT DER TEMPERATUR VON DER HÖHE DER MESSSTATION-----	20
5.2. VERGLEICH DER HYDROLOGISCHEN DATEN AUS DEM EHYD UND GZÜV-----	22
5.3. DARSTELLUNG DER HYDROLOGISCHEN UND DER HYDROCHEMISCHEN GZÜV-DATEN-----	22
5.4. HYDROCHEMISCHE EIGENSCHAFTEN DER QUELLEN-----	23
5.5. ERGEBNISSE DER LINEAREN TRENDANALYSE-----	29
5.5.1. Ergebnisse der linearen Trendanalyse der mittleren Jahreslufttemperatur an ausgewählten meteorologischen Stationen (1987 ÷ 2007) -----	29
5.5.2. Ergebnisse der linearen Trendanalyse der hydrologischen und hydrochemischen Daten (1992 ÷ 2012) -----	30
5.5.3. Ergebnisse der linearen Trendanalyse der Quellen mit signifikantem positiven Temperaturtrend (1992 ÷ 2012) -----	35
5.5.4. Vergleich der Trends der Quell- und Grundwassertemperatur -----	39
6. DISKUSSION DER ERGEBNISSE -----	40
7. SCHLUSSFOLGERUNGEN -----	44
TEIL B -----	46
8. DIE WINDENER QUELLEN -----	47
8.1. LAGE-----	47
8.2. NUTZUNG-----	47
8.3. DIE MESSSTELLE WINDENER QUELLE-----	48
8.4. KLIMA DES UNTERSUCHUNGSGEBIETES-----	50
8.5. MORPHOLOGIE DES QUELLEINZUGSGEBIETES-----	50
8.6. BÖDEN DES QUELLEINZUGSGEBIETES-----	51
8.7. GEOLOGIE DES QUELLEINZUGSGEBIETES-----	53
8.8. HYDROGEOLOGIE DES QUELLEINZUGSGEBIETES-----	56
8.9. HYDRO- UND ISOTOPENCHEMIE DER WINDENER QUELLE-----	58
8.10. MITTLERE VERWEILZEIT UND GRUNDWASSERNEUBILDUNG-----	60
8.11. BEGEHUNG UND ERFASSUNG DER EINZUGSGEBIET DER WINDENER QUELLE-----	61
8.12. DARSTELLUNG DER ERGEBNISSE DER MESSSTELLE WINDENER QUELLE-----	63
8.12.1. Trend der meteorologischen Daten der Region Winden am See (1987 ÷ 2013) -----	63
8.12.2. Trend der hydrologischen Parameter der Windener Quelle -----	65
8.12.3. Trend der hydrochemischen Parameter der Windener Quelle -----	70
8.12.4. Isotopenmessungen -----	75
8.13. DISKUSSION DER ERGEBNISSE DER MESSSTELLE WINDENER QUELLE-----	78

8.14. SCHLUSSFOLGERUNG	81
9. FAZIT	84
10. LITERATURVERZEICHNIS	85
11. ABBILDUNGSVERZEICHNIS	88
12. TABELLENVERZEICHNIS	92
ANHANG	95
LEBENS LAUF	138

I. Abkürzungsverzeichnis

GZÜV	Gewässerzustandsüberwachungsverordnung
eHyd	elektronische Hydrographische Daten
BMLFUW	Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft
HZB	Hydrographische Zentralbüro
GK(LRR)	Grundwasserkörper Leitha, Raab und Rabnitz
HD	Hydrographischer Dienst
WLV	Wasserleitungsverband
WGEV	Wassergüteehebung
ZAMG	Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik
HZB	Hydrographisches Zentralbüro
WLVNB	Wasserleitungsverband Nördliches Burgenland
DOC	Dissolved Organic Carbon
AOX	adsorbierbare organisch gebundene Halogene
ARGE	Arbeitsgemeinschaft
ÖWAV	Österreichischer Wasser- und Abfallwirtschaftsverband
TE	Tritium-Einheit, (bei 1 TE hat eine Probe eine Aktivität von 0,119 Bq/l)
m ü.A.	Meter über Adria
... ÷ ...	von bis ...
² H	Deuterium
δ ¹⁸ O	Delta-O-18 (Maß für das Verhältnis der stabilen Sauerstoff-Isotope ¹⁸ O/ ¹⁶ O)

II. Legende Trendanalyse

+	positiv signifikanter Trend
-	negativ signifikanter Trend
0	kein signifikanter Trend
ngD	nicht genügend Daten vorhanden bzw. Messwert liegt unter Bestimmungsgrenze

In den Tabellen:

- **die negativen Werte** sind in rot geschrieben und haben einen rosa Hintergrund
- ***R² bei signifikantem Trend*** ($R^2 > 0,01$), ist mit roter fett-kursiver Schrift gekennzeichnet

Kurzfassung

Im ersten Teil der Arbeit (**Teil A**) wurden die Temperaturänderungen und die Trends der elektrischen Leitfähigkeit und Quellschüttung zwischen 1992 und 2012 in 58 österreichischen Quellen untersucht, die im Rahmen des Hydrographischen Dienstes (HD) und der Wassergüteüberwachungsverordnung (GZÜV) beobachtet wurden. In den ausgewählten Quellen wurden während des untersuchten Zeitraumes zusätzlich noch die Trends einiger hydrochemischer Parameter ermittelt, die im Rahmen der GZÜV aufgezeichnet wurden.

Die im Rahmen des HD als kontinuierliche Tagesmittelwerte gemessenen Wassertemperaturen und elektrische Leitfähigkeiten stimmen in den meisten Fällen mit den viertel- bzw. halbjährlich gemessenen Werten der GZÜV gut überein. Die mittleren Schüttungen wurden jedoch besonders in den dynamischen Karstquellen mit den bloß viertel- oder halbjährlich gemessenen Werten der GZÜV im Vergleich zu den täglichen Messungen des HD erheblich unterschätzt.

In der geprüften Zeitspanne zeigen fast dreiviertel der ausgesuchten Quellen einen signifikanten steigenden Temperaturtrend des Quellwassers. Bei den 35 Quellen mit signifikanten steigenden Temperaturtrends wurde zwischen 1992 und 2012 ein mittlerer Wassertemperaturanstieg von $+0,4\text{ °C}$, (im Bereich von $+0,1$ bis $+2,4\text{ °C}$) registriert. In demselben Zeitraum zeigen ca. die Hälfte der untersuchten Quellen einen signifikanten positiven Trend bei der Änderung der elektrischen Leitfähigkeit und dreiviertel einen signifikanten negativen Trend bei der Änderung des Sauerstoffgehalts. Die Quellschüttung zeigt bei mehr als der Hälfte der Quellen keinen signifikanten Trend. Bei den restlichen sechs auswertbaren hydrochemischen Parametern (Ca, HCO_3 , Mg, NO_3 , SO_4 , pH) der vierteljährlich gemessenen GZÜV-Werte zeigen nur Mg und SO_4 in mehr als der Hälfte der Quellen einen sinkenden Trend. Die andere auswertbaren hydrochemischen Parameter (Ca, HCO_3 , NO_3 , pH) und die Summe der Kationen und Anionen ändern sich in dem geprüften Zeitraum entweder nicht, bzw. mehr oder minder zu einem ähnlichen Prozentsatz steigend oder abnehmend. Man kann daher keinen eindeutigen Zusammenhang zwischen den beobachteten Quellwassertemperaturanstiegen und den Änderungen der hydrochemischen Parameter feststellen.

Zusätzlich wurden bei 46 über ganz Österreich verteilten, meteorologischen Stationen die jährlich mittleren Lufttemperaturen auf signifikante Trends hin untersucht. Dabei wurde zwischen 1987 und 2007 bei über 80 % der Stationen ein signifikanter mittlerer Lufttemperaturanstieg von $+0,9\text{ °C}$ (im Bereich $+0,2$ ÷ $+3,2\text{ °C}$) berechnet.

Das heißt, dass in der untersuchten Periode pro Dekade die Grundwassertemperatur im Mittel um ca. +0,2 °C, die Lufttemperatur aber um ca. +0,5 °C gestiegen sind. Die statistische lineare Trendanalyse deutet darauf hin, dass es einen sehr wahrscheinlichen Zusammenhang zwischen der Temperaturentwicklung der Quellwässer und der Lufttemperatur gibt. Man kann auch künftig bei steigender Lufttemperatur mit einer Erhöhung der Grundwassertemperaturen rechnen.

Im zweiten Teil der Arbeit (**Teil B**) wurde die Windener Quelle im östlichen Leithagebirge etwas genauer dargestellt.

Sowohl die mittlere Jahreslufttemperatur als auch die mittlere Wassertemperatur ist ähnlich wie im Bundestrend (**Teil A**) um +0,4 und +0,2 °C pro Dekade angestiegen. Auffällig ist jedoch die hohe mittlere Quellwassertemperatur (12,4 °C), die signifikant über der mittleren Jahreslufttemperatur von 11,1° C liegt. Eine Erklärung für diese Temperaturanomale könnten die Isotopenmessungen geben: Die $\delta^{18}\text{O}$ -Daten weisen eine relativ starke Abreicherung (-10,6 ‰) auf und die Tritiumwerte weisen auf einen ca. 50 %-igen Wasseranteil hin, der deutlich älter als 60 Jahre ist.

Die Leitfähigkeitsmessungen ergeben zwischen 1992 und 2012 keine signifikante Änderung der elektrischen Leitfähigkeit, wobei in der untersuchten Periode eine signifikante Schüttungszunahme beobachtet wurde. Die geschätzte Gesamtschüttung von ca. 30 L/s würde bei den meteorologischen Bedingungen der letzten zwanzig Jahre ein Einzugsgebiet von ca. 7 ÷ 14 km² gegenüber einem beobachteten orographischen Einzugsgebiet von nur ca. 3 km² erfordern.

Es handelt sich um erdalkalische karbonatisch-sulfatische Wässer mit einem Magnesiumgehalt von 20 ÷ 40 (eq) %. Die meisten hydrochemischen Parameter kommen in der Windener Quelle in höherer Konzentration vor als in den anderen ausgewählten Quellen. In den letzten 20 Jahren nahmen die Calcium-, Natrium-, Hydrogenkarbonat-, Kalium- und Sulfatwerte sowie die Summe der Kationen und Anionen im Quellwasser ab, jedoch stiegen die Chlorid-, Magnesium-, Nitrat- und Orthophosphatwerte sowie der pH-Wert an.

Für die Trendentwicklung der meisten hydrochemischen Parameter gibt es bis jetzt keine Erklärung. Um einen Zusammenhang in der Konzentrationsänderung feststellen zu können, sind weitere detaillierte Messungen bzw. Untersuchungen notwendig.

Abstract

In the first part (**section A**) of this thesis, the linear trends of water temperature, electric conductivity and discharge were investigated in 58 springs distributed all over Austria between 1992 and 2012. The data are taken from the Austrian hydrographic survey (HD) with daily mean measurements of discharge, temperature and electric conductivity as well as from the Austrian Water Quality Measuring System (GZÜV) with seasonal sampling four or two times a year. For the investigated period in the selected springs examined extra the linear trends of several hydrochemical parameters measured by the Quality System (GZÜV).

The daily mean measurements of water temperature and electric conductivity agree reasonably well with the data of the Quality System (GZÜV) with seasonal sampling. However, the discharge and in particular in dynamic karstic springs were heavily underestimated by the just seasonal measurements of the Quality System (GZÜV).

For the examined period nearly three quarter of the investigated springs show a significant temperature upward trend. These 35 springs show a mean temperature increase of about +0.4 °C (range of +0.1 till +2.4 °C) between 1992 and 2012. In the same time about half of them show a significant increase in electric conductivity and three quarters a significant decrease in dissolved oxygen content in their spring waters. The discharge shows in more than 50 % of the springs no significant change. From the remaining six evaluable hydrochemical parameters (Ca, HCO₃, Mg, NO₃, SO₄, pH) with values above the level of determination show only Mg and SO₄ in more as 50 % of the cases a significant decreasing trend. The other evaluable hydrochemical parameters (Ca, HCO₃, NO₃, pH) and the sum of cations and anions are not changing in a systematic way over the last twenty years, or more or less increasing or decreasing to a similar percentage. This indicates that the observed temperature changes have no clear impact on the water composition.

Additional the trend of the mean yearly air temperature of 46 meteorological stations distributed all over Austria was investigated between 1987 and 2007. In more than 80 % of the investigated stations a significant mean air temperature increase of +0.9 °C (range of +0.2 ÷ +3.2 °C) can be calculated.

This proves that the mean groundwater temperature increased approx. +0.2 °C and the air temperature approx. +0.5 °C per decade. The statistical linear trend analyses indicate a most likely connection between the temperature development in the air and the groundwater. In the future further increase of air temperature will cause an increase in groundwater temperature as well.

In the second part (**section B**) of the thesis the hydrogeological setting of the Winden Spring in the eastern part of the Leitha mountain range (50 km east of Vienna) is described in detail.

Similar to the general Austrian trend the air and water temperature has increased by 0.4 and 0.2 °C per decade. Remarkable, however, is the relatively high water temperature (12.4 °C), which is significantly higher than the mean yearly air temperature of 11.1 °C. One explanation for this temperature anomaly might give the isotopic measurements: The $\delta^{18}\text{O}$ data in the spring water is relatively depleted (-10.6 ‰) and tritium values indicate that approximately fifty percent proportion of water is older than 60 years.

Between 1992 and 2012 the electric conductivity show any significant change in spite of in the examined time was observed an increasing in the discharge. Based on the estimated mean total discharge of approximately 30 L/s and climatic conditions observed over the last 20 years a recharge area of 7 to 14 km² must be assumed in contrast to an orographic recharge area of approx. 3 km².

It is an alkaline earth-carbonate-sulphate water with a magnesium content from 20 ÷ 40 (eq) %. The most hydrochemical parameters are higher concentrated present in the Winden Spring as in the other investigated springs. Over the last 20 years calcium, sodium, hydrogen carbonate, potassium and sulphate content as well as the sum of cations and anions decreased in the spring water, but chloride, magnesium, nitrate, orthophosphate content and the pH value increased.

For the development of trend of most hydrochemical parameters is given yet any explanation. In order to establish a relationship in the concentration change, more detailed measurements or investigations are necessary.

Vorwort

Die Wassertemperatur ist einer der wichtigen physikalischen Parameter in Oberflächen- und Grundwässern. Sie hat Einfluss auf die physikalischen, chemischen und biologischen Vorgänge, die in einem Gewässer stattfinden, und hat somit auch direkte Auswirkungen auf die Qualität des Wassers.

Nach Angaben des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (BMLFUW) werden ca. 50 % des österreichischen Trinkwasserbedarfs durch Quellwasser gesichert. Die Wassertemperatur der Quellwässer ist daher auch aus ökologischer und ökonomischer Sicht von Bedeutung. Um nachhaltig die Quantität und Qualität dieses Gutes zu erfassen, wurde vom österreichischen Hydrographischen Dienst (HD) und der vom BMLFUW auf Grund der Gewässerzustandsverordnung (GZÜV) seit Anfang der 90er Jahre ein systematisches Messnetz zur Beobachtung und Aufzeichnung verschiedener Kenngrößen ausgebaut, die für die Gewässergüte relevant sind (z.B. Wassertemperatur, elektrischen Leitfähigkeit und Quellschüttung). Diese Parameter sind als solche hervorragend zur Erforschung von Zusammenhängen und Wechselwirkungen im Wasserkreislauf geeignet. Daher wurden einige österreichische Quellen von unterschiedlicher Charakteristik und Einzugsgebietsgröße auf mögliche Trends untersucht, um unter anderem folgende Fragen zu beantworten:

- Gibt es klimabedingte Veränderungen der Quellwasserparameter?
- Gibt es trendartige Veränderungen der einzelnen physikalischen und hydrochemischen Parameter während der letzten 20 Jahre?
- Hat die signifikante Änderung anthropogene oder natürliche Ursachen?
- Hat die ausschlaggebende Änderung der Quellwassertemperatur Einfluss auf die hydrochemischen Eigenschaften?

Für diesen Zweck wurden im ersten Teil dieser Arbeit (**Teil A**) für 58 österreichische Quellen die raum- bzw. zeitbezogenen, kontinuierlichen Messungen des HD mit hydrographischen Daten aus der H₂O-Fachdatenbank, auf Basis der gemäß GZÜV durchgeführten viertel- bzw. halbjährlich erhobenen Messdaten, zwischen 1992 und 2012 abgeglichen und auf Plausibilität überprüft. Zusätzlich wurde für jede untersuchte Quelle für den genannten Zeitraum die Änderung von 32 ausgewählten GZÜV-Parametern untersucht. Es wurde eine lineare Trendanalyse durchgeführt und die Ergebnisse wurden interpretiert. Im zweiten Teil dieser Arbeit (**Teil B**) wird die Hydrologie und Hydrochemie der Windener Quelle exemplarisch detailliert dargestellt.

Teil A

1. Einführung

In den letzten Jahrzehnten wurde eine globale Erwärmung der durchschnittlichen Luft- und Meerwassertemperatur beobachtet und von Wissenschaftlern belegt (ÖWAV, 2008) (ÖWAV, 2010). Die verschiedenen Klimamodelle sagen für die Zukunft einen weiterhin anhaltenden Temperaturanstieg voraus, was diverse Auswirkungen auf den Wasserhaushalt haben wird (ÖWAV, 2008) (ÖWAV, 2010).

Einige Studien weisen darauf hin, dass sich der Klimawandel in Österreich durch eine Temperaturänderung von +0,2 °C bis +0,5 °C pro Jahrzehnt bemerkbar macht, was einen signifikant positiven Temperaturtrend darstellt (ÖWAV, 2008) (BÖHM, 2008) (GOBIET & TRUHETZ, 2008).

Untersuchungen zeigen, dass die Alpen eine Klimascheide darstellen. Die Niederschlagsänderung in Österreich während des Klimawandels wird sehr inhomogen und durch einen starken Nord-Süd Gradient charakterisiert, wobei lokale signifikante Trends in der Änderung des Niederschlags möglich sind. Diverse Klimaszenarien prognostizieren für Österreich deutlich zunehmende Niederschläge im Norden (insbesondere im Winter) und stark abnehmende Niederschläge im Süden (insbesondere im Sommer) (ÖWAV, 2008) (ÖWAV, 2010).

Nach Angaben des BMLFUW werden ca. 50 % des österreichischen Trinkwasserbedarfs durch Quellwasser gesichert (BMLFUW-ABTEILUNG WASSERHAUSHALT, 2005). Um nachhaltig die Quantität und Qualität dieses Gutes zu erfassen und es unter einheitlichen, gesetzlich vorgegebenen Kriterien zu überwachen, wurde vom HD und vom BMLFUW seit Anfang der 90er Jahre ein systematisches Messnetz zur Beobachtung und Aufzeichnung der für die Gewässergüte relevanten Kenngrößen, wie z.B. Wassertemperatur, elektrische Leitfähigkeit und Quellschüttung, ausgebaut. Die Beobachtung der Grundwassertemperatur ist deswegen wichtig, weil Temperaturänderungen im Grundwasserleiter die biologische Aktivität der Mikroorganismen und die Zusammensetzung der Fauna, welche eine wichtige Rolle in der Grundwasserreinigung spielen, beeinflussen (ÖWAV, 2008) (ÖWAV, 2010). Gleichzeitig hat die Änderung der Temperatur Einfluss auf verschiedene physikalische und chemische Vorgänge in Gewässern (ÖWAV, 2008) (ÖWAV, 2010), wodurch das Grundwasser sowohl qualitativ als auch quantitativ beeinflusst wird.

Die hydrochemische Zusammensetzung des Quellwassers ist fast identisch mit der Zusammensetzung des Grundwassers aus welchem es entspringt, es kann jedoch durch natürliche und anthropogene Einträge sowie durch den Gasaustausch mit der Atmosphäre beeinflusst werden (WORCH, 1997). Aus diesem Grund wurden im Rahmen der GZÜV vom BMLFUW bis Ende 2012 insgesamt 2.016 Grundwasser-

messstellen in den bundesweit ausgewiesenen Grundwasserkörpern und Gruppen von Grundwasserkörpern errichtet und regelmäßig, 2 bis 4-mal im Jahr, beprobt. Die GZÜV-Messungen werden einheitlich nach vorgegebenen Kriterien durchgeführt (UMWELTBUNDESAMT, 2014). Die gemessenen Parameter wurden sorgfältig erfasst und in die zentrale, sogenannte H₂O-Fachdatenbank des Umweltbundesamts (<https://secure.umweltbundesamt.at/h2odb/>) eingegeben und elektronisch der Öffentlichkeit zur Verfügung gestellt (UMWELTBUNDESAMT, 2014).

Gleichzeitig betreibt der HD ein Basismessnetz zur Erfassung des Niederschlags und zur Bestimmung der Durchflussdaten und der Wasserstände an Fließgewässern und Seen in Österreich. Im Rahmen dieses Messprogramms wurden zusätzlich ca. 112 Quellbeobachtungsmessstellen errichtet. Die Messungen werden als kontinuierliche Messungen durchgeführt und werden als Tagesmittelwerte in der sogenannten hydrographischen Datenbank des BMLFUW ([www.http://eHyd.gv.at](http://www.eHyd.gv.at)) den Interessenten zur Verfügung gestellt (BMLFUW–ABTEILUNG WASSERHAUSHALT, 2012). Der HD verwaltet alle hydrographischen Daten mit Hilfe eines einheitlichen hydrographischen Datenmanagementsystems (BMLFUW, 2015 a).

Die durch die beiden Messnetze erfassten hydrologischen bzw. hydrochemischen Daten können für Zustands- und Veränderungsanalysen, wie z.B. mögliche Auswirkungen des Klimawandels auf den Wasserhaushalt Österreichs verwendet werden. Dies ist auch deshalb wichtig, weil die klimabedingte Erhöhung der Lufttemperatur bzw. Änderung des Niederschlags Auswirkung auf den Wasserhaushalt und die Grundwassertemperatur haben kann.

Zum Beispiel ist die Löslichkeit aller Stoffe mehr oder weniger von der Temperatur abhängig, wobei sie kaum Auswirkung auf die Löslichkeit von Feststoffen, aber eine markante Auswirkung auf die Löslichkeit von Gasen hat. *„Bei Erhöhung der Wassertemperatur von 10 °C auf 25 °C sinkt die Sauerstofflöslichkeit um ca. 25 % von 11,2 mg/L auf 8,35 mg/L (bei 1 bar Luftdruck). Auch hohe Salzkonzentrationen verringern die Löslichkeit“* von Gasen (WORCH, 1997). Und: *„Veränderungen der Luftzusammensetzung können sich auch bis zu einem gewissen Maß auf die Grundwassertemperatur auswirken“* (SCHARTNER & KRALIK, 2011).

Über die Trendänderung der Grundwassertemperatur gibt es bis dato, national und auch international, nur wenige vergleichbare Untersuchungen.

Bei der Untersuchung von GZÜV-Grundwassertemperaturdaten von 1997 bis 2009 wurde bei mehr als der Hälfte aller untersuchten Grundwasserkörper und Gruppen von Grundwasserkörpern ein signifikanter mittlerer Grundwassertemperaturanstieg

im Bereich von +0,7 °C (zwischen +0,4 und +1,3 °C) festgestellt (SCHARTNER & KRALIK, 2011).

Ein ähnlicher Trend der Änderung der Grundwassertemperatur für den Zeitraum von 1976 bis 2006 wurde auch in Studien über Anpassungsstrategien an den Klimawandel für Österreichs Wasserwirtschaft (ZAMG & TU Wien, 2010) (ZAMG & TU Wien, 2011) festgestellt. In dem untersuchten Zeitraum wurde für das Grundwasser eine signifikant positive Temperaturänderung von +0,3 bis +1,2 °C ermittelt. Gleichzeitig wurde für diese Zeitspanne ein Grundwassertemperaturanstieg von +0,5 bis +1,0 °C pro +1,0 °C Lufttemperaturzunahme abgeleitet, welcher allerdings von der örtlichen Grundwassersituation stark beeinflusst wird. Es ist anzumerken, dass bei der Auswertung der Entwicklung des Grundwasserstandes zwischen 1976 und 2006 von den untersuchten Grundwassermessstellen 24 % der Messstellen einen fallenden und 10 % einen steigenden Trend der Grundwassertemperatur zeigen.

In einer weiteren Studie wurden jeweils 19 Kärntner- und Steirische Quellen zwischen 1992 und 2008 verglichen und auf Temperaturtrends untersucht. Die Untersuchungen haben ergeben, dass in diesem Zeitraum 11 Quellen (68 %) in Kärnten und 8 in der Steiermark (72 %) einen signifikant positiven Anstieg der Quellwassertemperatur von +0,5 bis +1,5 °C zeigen. Dabei wurde kein eindeutiger Zusammenhang zwischen der Änderung der hydrochemischen Parameter und dem beobachteten Temperaturanstieg festgestellt (KRALIK & SCHARTNER, 2010).

Ein Temperaturanstieg wurde auch in Oberflächengewässern beobachtet. Die Analyse von vier österreichischen Flüssen (Donau, Mur, Gail und Salzach) im Zeitraum von 1901 bis 2010 hat einen signifikanten Wassertemperaturanstieg zwischen +0,3 und +1,4 °C ergeben. In demselben Zeitraum lag die Änderung der Lufttemperatur zwischen +1,4 und +1,8 °C. Es wurde ein Zusammenhang zwischen der Luft-Wassertemperatur-Beziehung und der Größe bzw. Charakteristik des Einzugsgebietes festgestellt. Es gab Hinweise dafür, dass Gewässer mit kleinem Einzugsgebiet weniger von dem Anstieg der Temperatur betroffen sind (STANDHARTINGER & GODINA, 2013).

Die bisher durchgeführten Studien haben ergeben, dass die Grundwassersituation von den lokalen Verhältnissen abhängig ist und man daher heute noch keine Prognose über die Änderung der Grundwasserstände an einzelnen Messstellen abgeben kann. Trotzdem wird für die Zukunft eine weitere Zunahme der Grundwassertemperatur prognostiziert (ZAMG & TU Wien, 2010) (ZAMG & TU Wien, 2011).

2. Auswahl der Messstellen

Für diese Studie wurden Quellen ausgewählt, die sowohl dem staatlichen Messnetz des Hydrographischen Dienstes zum Quantitätsmonitoring als auch dem zum Qualitätsmonitoring der GZÜV angehören und für welche Messwerte mindestens ab 1998 vorhanden sind.

Diese Kriterien wurden, mit einer Ausnahme (der Windener Quelle) von den auf der **Abbildung 1** eingezeichneten 58 Quellmessstellen erfüllt.

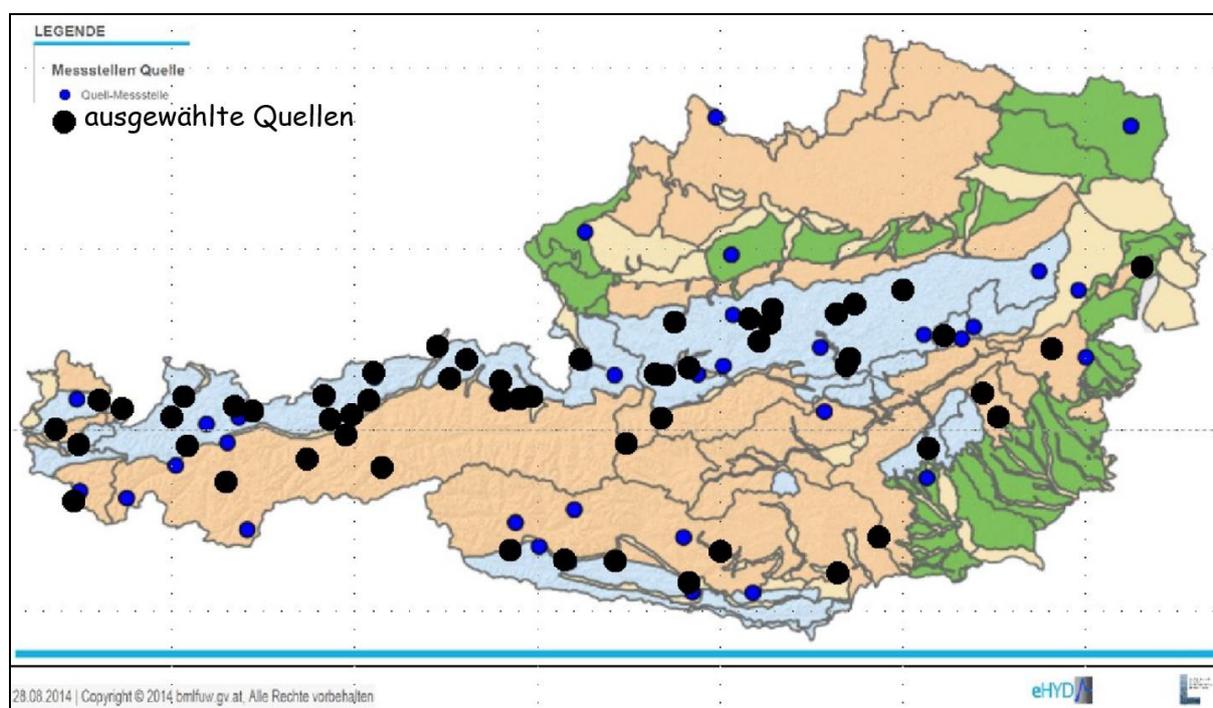


Abbildung 1: Für die Trendanalyse ausgewählte **Quellen** (BMLFUW, 2014)

Die Messstelle Windener Quelle wurde erst im August 1999 errichtet. Da es aber zu dieser Quelle Temperatur-, Leitfähigkeits- und Schüttungsmessdaten ab 1972 gibt bzw. weil im zweiten Teil dieser Arbeit (**Teil B, Seite 47 bis 85**) diese exemplarisch detailliert dargestellt ist, wurde bei dieser Messstelle eine Ausnahme gemacht und es wurden auch die Daten dieser Quelle bei der Trendanalyse berücksichtigt.

Zur besseren Identifizierung der Quellen in **Tabelle 1 auf Seite 14** sind ihre Namen, die entsprechende HZB- bzw. GZÜV-Nr., ihre Koordinaten in dem Referenzsystem WGS84 und der Pegelnullpunkt der Quellen aufgelistet.

Tabelle 1: Bei der Trendanalyse berücksichtigte Quellen

Nr.	Bundesland	Name der Quelle	HZB-Nr.	Länge (Grad)	Breite (Grad)	Pegelnul punkt (m ü.A.)	GZÜV-Nr.
1	Burgenland	Windener Quelle	396010	16,75	47,95	143,00	KK10003152
2	Kärnten	Draurainquelle	395681	14,81	46,65	390,00	PG20801112
3	Kärnten	Fellbachquelle	395707	13,33	46,74	888,00	KK20613122
4	Kärnten	Kressquelle	395699	13,01	46,64	870,00	KK20307212
5	Kärnten	Tiebelquelle	396531	14,01	46,77	853,40	PG21005012
6	Kärnten	Union Quelle	395673	13,80	46,63	556,33	KK20201032
7	Niederösterreich	Große Mühlquelle	395574	15,20	47,91	540,00	KK32000222
8	Niederösterreich	Reithbachquelle	395590	14,88	47,84	560,00	KK30500762
9	Niederösterreich	Steinbachquelle	395608	14,77	47,81	500,00	KK30500882
10	Niederösterreich	Ursulaquelle	395582	16,14	47,63	420,00	KK31800132
11	Oberösterreich	Hirschbrunn-Seeaustritt	395053	13,66	47,55	508,18	KK40709012
12	Oberösterreich	Langwies/Miesbach	395145	13,73	47,79	476,99	KK40704012
13	Oberösterreich	Pießling Ursprung	395103	14,28	47,69	752,76	KK40915022
14	Oberösterreich	Rettenbachquelle	395111	14,31	47,76	612,61	KK40915012
15	Oberösterreich	Steyernquelle	395079	14,35	47,83	545,87	KK40909012
16	Oberösterreich	Teufelskirche	395012	14,21	47,79	541,13	KK40916012
17	Oberösterreich	Waldbachursprung	395038	13,61	47,54	873,86	KK40709022
18	Salzburg	Friedlbrunnquelle	395228	12,82	47,46	706,00	PG51200552
19	Salzburg	Gollinger Wasserfall	395210	13,14	47,60	555,00	KK53100412
20	Salzburg	Marbachquelle	395244	13,41	47,25	1055,00	KK52207872
21	Salzburg	Pucherhäuslquelle	395285	12,69	47,43	950,00	KK51202902
22	Steiermark	Brunnaderquelle	395913	15,69	47,45	745,00	KK61708022
23	Steiermark	Edelrautenquelle	395889	14,43	47,44	1715,00	KK60805012
24	Steiermark	Hammerbachquelle	395855	15,35	47,21	410,00	KK60632072
25	Steiermark	Höhenhanslquelle	395830	15,81	47,37	787,00	KK60741092
26	Steiermark	Ödensee-Kaltwassertrichter	395905	13,83	47,56	770,00	KK61233022
27	Steiermark	Preunegger Siebenquellen	395897	13,62	47,35	1100,00	KK61232042
28	Steiermark	Reihbachquelle	395848	15,02	46,83	1360,00	KK60308012
29	Steiermark	Roßlochquelle	395822	15,48	47,70	820,00	KK61310022
30	Steiermark	Sagtümpel	395863	14,03	47,58	970,00	KK61245032
31	Steiermark	Schwabentalquelle	395939	14,85	47,61	800,00	KK61221012
32	Steiermark	Wassermannsloch	395871	14,83	47,58	584,90	KK61101032
33	Steiermark	Zeutschacher Ursprungquelle	395921	14,37	47,07	1040,00	KK61424012
34	Tirol	Alfutzquelle	396192	10,60	47,20	1255,00	KK71210052
35	Tirol	Auebachquelle	395467	12,29	47,54	991,00	KK71310022
36	Tirol	Blaue Quelle	395434	12,19	47,67	470,68	KK71340012
37	Tirol	Doserfall	396234	10,50	47,32	993,36	KK71130012
38	Tirol	Katzensteigquelle	395418	11,75	47,42	870,00	KK71250052
39	Tirol	Klaushofquelle (obere)	395475	11,39	47,15	1388,00	KK72330012
40	Tirol	Kohlgrubenquelle	396432	11,62	47,27	1306,00	KK72420022
41	Tirol	Lacknerbrunnquelle	395517	11,85	47,14	1120,00	KK72510032
42	Tirol	Lastal-Stollenquelle	395541	12,60	47,53	1010,00	KK71320022
43	Tirol	Lehnbachquellen	395400	10,56	47,43	1011,37	KK71130022
44	Tirol	Mühlbachlquelle	395376	12,39	47,61	675,89	KK71320012
45	Tirol	Ochsenbrunnquelle	395491	10,86	47,05	1407,36	KK72250032
46	Tirol	Pulverermühlquelle	395442	11,79	47,53	1053,00	KK71260022
47	Tirol	Schreiende Brunnen	395343	12,58	47,43	970,00	KK71410052
48	Tirol	Schwarzbach-Moosquelle	395368	11,01	47,37	1419,90	KK71230022
49	Tirol	Schwarzbodenquelle	395426	12,67	46,78	1200,00	KK73710012
50	Tirol	Schwarzlackenquelle	395327	11,48	47,43	1194,50	KK71250072
51	Tirol	Stubbachquelle	395350	11,64	47,35	980,00	KK71250172
52	Tirol	TW-Stollen-Bettelwurf (mitte)	396226	11,52	47,33	1008,07	KK71250082
53	Tirol	Untere Schmittequelle (II)	396267	10,91	47,39	967,62	KK71210062
54	Vorarlberg	Aubachquelle	395764	10,17	47,36	1075,55	KK80228152
55	Vorarlberg	Fidelisquelle	395756	9,93	46,99	1289,05	KK80120152
56	Vorarlberg	Gerstenbödenquelle	395731	9,77	47,26	1083,07	KK80411252
57	Vorarlberg	Goldbachquelle	395749	10,05	47,38	997,43	KK80211152
58	Vorarlberg	Marulbachquelle	395772	9,92	47,20	1045,00	KK80118152

3. Erläuterung zu den Messdaten

3.1. Hydrographische Daten

In der hydrographischen Datenbank sind die Tagesmittelwerte der Temperatur [°C], der elektrischen Leitfähigkeit bei 25 °C [$\mu\text{S}/\text{cm}$] und der Schüttung [L/s] der erfassten Quellen veröffentlicht. Jeder dieser hydrologischen Parameter wurde für diese Arbeit verwendet.

Es sollten eigentlich kontinuierliche Messungen sein, aber Aufgrund von Naturereignissen, technischen Defekten oder unbefugten Manipulationen kam es manchmal zu Lücken in den Datenreihen (BMLFUW–ABTEILUNG WASSERHAUSHALT, 2005).

3.2. GZÜV-Daten

Aus den ca. 140 Parametern, welche im Rahmen der GZÜV-Messungen viertel- bzw. halbjährlich erfasst werden, wurden für diese Studie nur die in der **Tabelle 2** auf Seite 16 aufgelisteten hydrologischen und hydrochemischen Parameter berücksichtigt.

Zusätzlich wurden aus den berücksichtigten GZÜV-Parametern die in die **Tabelle 3** auf Seite 16 angegebenen hydrochemischen Verhältnisse berechnet, welche ebenfalls bei der Trendanalyse berücksichtigt wurden.

3.3. Meteorologische Daten

Es ist eine fachlich belegte Tatsache, dass auch Grundwässer von meteorologischen Ereignissen beeinflusst werden (ÖWAV, 2008) (ÖWAV, 2010). Daher wurden 47 meteorologische Stationen über ganz Österreich verteilt für die Durchführung dieser Arbeit ausgewählt (**Tabelle 4** auf Seite 17).

Da normalerweise eine gewisse Zeit vergeht, bis der Einfluss der meteorologischen Phänomene in dem Gewässer messbar ist, wurde für diese Studie eine mittlere Verweilzeit des Grundwassers von ca. 5 Jahren angenommen und für die ausgewählten Messstationen die Entwicklung der gemessenen Jahresmittel der Lufttemperatur zwischen 1987 und 2007 ausgewertet.

Tabelle 2: Berücksichtigte **GZÜV-Parameter**

Nr.	GZÜV-Parameter	Einheit
1	Wassertemperatur	°C
2	elektrischen Leitfähigkeit (bei 25 °C)	µS/cm
3	Quellschüttung	L/s
4	pH-Wert	
5	Sauerstoffgehalt	mg/L
6	Calcium	mg/L
7	Magnesium	mg/L
8	Natrium	mg/L
9	Kalium	mg/L
10	Eisen	mg/L
11	Mangan	mg/L
12	Bor	mg/L
13	Ammonium	mg/L
14	Nitrit	mg/L
15	Nitrat	mg/L
16	Chlorid	mg/L
17	Sulfat	mg/L
18	Hydrogenkarbonat	mg/L
19	Orthophosphat	mg/L
20	DOC	mg/L
21	AOX	µg/L
22	Tetrachlorethen	µg/L
23	Trichlorethen	µg/L
24	Atrazin	µg/L
25	Desethylatrazin	µg/L
26	Zink	µg/L
27	Kupfer	µg/L

Tabelle 3: Aus den **GZÜV-Parametern** berechnete **hydrochemische Verhältnisse**

Nr.	Verhältnis
1	Ca/Mg
2	Na/Cl
3	Na/K
4	Cl/NO ₃
5	Cl/SO ₄
6	Cl/(NO ₃ +SO ₄)
7	(Ca+Mg)/(Na+K)
8	HCO ₃ /(Cl+SO ₄)
9	Summe Kationen + Anionen [mg/L]

Tabelle 4: Ausgewählte meteorologische Messstationen

Nr.	Name meteorologische Station	Höhe Station (m ü.A.)	Länge (Grad)	Breite (Grad)
1	Admont	700	14,46	47,57
2	Böckstein	1140	13,12	47,09
3	Braunau a. Inn	350	13,07	48,25
4	Bregenz	424	9,75	47,50
5	Breitenau, Molln	510	14,35	47,85
6	Eichberg	610	15,33	47,22
7	Feuerkogel	1618	13,72	47,82
8	Förolach	565	13,45	46,63
9	Graz	340	15,44	46,99
10	Gutenstein	475	15,90	47,88
11	Hohenau a. d. Raab	702	15,51	47,30
12	Hundsmaierhof	992	13,77	46,61
13	Innsbruck Flughafen	580	11,35	47,27
14	Kirschentheur-Babniak	440	14,27	46,54
15	Kitzeck im Sausal	485	15,45	46,79
16	Klagenfurt-Flughafen	450	14,32	46,65
17	Kötschach Mauthen	705	13,00	46,67
18	Kufstein	490	12,16	47,58
19	Längenfeld	1180	10,97	47,08
20	Neusiedl am See	135	16,86	47,86
21	Obdach	875	14,69	47,07
22	Oberdrauburg	620	12,98	46,75
23	Obergurgl	1940	11,03	46,87
24	Ottenstein	555	15,33	48,58
25	Patscherkofel	2247	11,46	47,21
26	Podersdorf am See	120	16,85	47,85
27	Pöstlingberg	490	14,26	48,33
28	Reutte	870	10,75	47,48
29	Rosenbach	586 ¹	14,04	46,53
30	Sachsenburg	550	13,35	46,83
31	Salzburg-Flughafen	430	13,00	47,79
32	Schopfernau	835	10,02	47,32
33	Seeberg (Eisenkappel-Bad Vellach)	940	14,53	46,42
34	Sillehof	450	14,44	46,67
35	Sillian	1075	12,42	46,75
36	St. Michael ob Bleiburg	527	14,77	46,56
37	St. Peter i. Katschtal	1220	13,60	47,03
38	Velden-Weinzierl	535	14,00	46,62
39	Villacher Alpe	2117	13,67	46,60
40	Wagna	267	15,55	46,77
41	Waidegg	635	13,24	46,63
42	Waltra	380	15,97	46,85
43	Weißbriach	800	13,26	46,69
44	Wien-Hohe Warte	198	16,36	48,25
45	Wietersdorf	630	14,53	46,85
46	Wildalpen	610	14,98	47,65
47	Zwettl-Edelhof	587	15,22	48,61

¹ Höhe aus Karte abgelesen

4. Methodik und Durchführung

Durch statistische Analysen werden umfangreiche Datenbestände in überschaubarer Form präsentiert und durch statistische Kennzahlen charakterisiert. Durch statistische Methoden kann man Massenerscheinungen quantifizieren, beschreiben und beurteilen bzw. man kann mit Hilfe einer Regressionsfunktion auf Grund der gemessenen Zeitreihenwerte durch Extrapolation eine Zukunftsprognose erstellen (SACHS & HEDDERICH, 2006). Heutzutage ist die einfachste Möglichkeit zur Durchführung solcher Analysen die Verwendung eines Tabellenkalkulationsprogramms. Bei dieser Studie wurden die Daten mit Hilfe des Programms Microsoft Excel 2013 erfasst, dargestellt und analysiert.

Zuerst wurden die Mittelwerte der Zeitreihe und Standardabweichung ermittelt. Dann wurden mit Hilfe des 3 Sigma-Verfahrens die Ausreißer ermittelt und von der Datentabelle entfernt. Danach wurden aus den korrigierten Zeitreihen die Mittelwerte, Standardabweichungen, Minima und Maxima mit der entsprechenden Excel-Funktion bestimmt.

Die Zeitreihen wurde in einem x-y Punkt-Diagramm auch graphisch dargestellt. Unter Verwendung des „Trendlinie“-Tools wurde die lineare Trendlinie automatisch zu jeder Kurve erstellt.

Durch die lineare Trendfunktion werden kurzfristige Schwankungen nicht berücksichtigt, man versucht dadurch die längerfristige Entwicklungstendenz der Zeitreihe in der Form eines generell gültigen Entwicklungsverlaufes darzustellen.

Zur Bestimmung des Regressionskoeffizienten wurden die Excel-Funktionen „ACHSENABSCHNITT“ und „STEIGUNG“ verwendet.

Mit Hilfe der Gleichung

$$y = \text{STEIGUNG} * x + \text{ACHSENABSCHNITT}$$

wurden die Start- und Endwerte der Regressionsgerade für die ausgewählte Zeitperiode berechnet. Diese Werte wurden auch auf den Trendlinien markiert.

Einfachheitshalber wurden alle rechnerisch ermittelten Werte unter der graphischen Darstellung in eine Tabelle zusammengefasst.

Weil die Messdaten mit einer hohen Unsicherheit behaftet sein können, wurde, um die Signifikanz des linearen Trends zu ermitteln, das Bestimmtheitsmaß (R^2) der Zeitreihe berechnet.

Bei einzelnen Messstellen, bei welchen $0,008 < R^2 < 0,01$ ist, wurde zusätzlich der Mann-Kendall-Trendtest durchgeführt, um zu entscheiden, ob ein signifikanter Trend vorliegt oder nicht. Dieser Test hat sich für die Trendanalyse von klimatologischen und hydrologischen Daten bei nicht-normal verteilten Daten mit Ausreißern bzw. bei nicht-linearem Trendverhalten bewährt. Der Mann-Kendall-Trendtest ist ein parameterfreier Test, welcher auf der relativen Rangfolge der Daten, aber nicht auf den Daten selbst basiert. Dies soll Klarheit darüber geben, wie genau und zweifellos sich ein Trend gegenüber der Variabilität innerhalb der Zeitreihe zeigt. Je höher das Signifikanzniveau ist, umso mehr gilt ein Trend als statistisch signifikant. Es wird folgendes Bewertungsschema verwendet:

- Signifikanzniveau $< 90\%$: nicht signifikant,
- $90\% \leq$ Signifikanzniveau $< 95\%$: signifikant,
- $95\% \leq$ Signifikanzniveau $< 99\%$: sehr signifikant,
- $99\% \leq$ Signifikanzniveau: hochsignifikant

(SACHS, 1997).

Es ist zu berücksichtigen, dass eine statistische bzw. Trendanalyse umso aussagekräftiger ist:

- je mehr Daten vorliegen, die bei der Berechnung der statistischen Parameter verwendet werden können,
- je enger die Punkte um die Trendlinie herum streuen,

(SACHS, 1997).

5. Darstellung der Ergebnisse

Auf Grund der großen Datenmenge bzw. der ca. 3000 erstellten graphischen Darstellungen und Tabellen, wurden die ausführlichen statistischen Analysen, Ergebnisse und Auswertungen im Anhang dieser Arbeit nur in digitaler Form auf einer CD beigelegt.

- In dem ersten Teil dieser Arbeit (**Teil A, Seite 9 bis 46**) wird lediglich eine kurze Übersicht der statistischen Analysen sowie eine Zusammenfassung der Ergebnisse der linearen Trendanalysen gezeigt.
- In dem zweiten Teil der Studie (**Teil B, Seite 46 bis 84**) werden als Beispiel die graphischen und tabellarischen Ergebnisse der Messstelle Windener Quelle ausführlich dargestellt.

5.1. Abhängigkeit der Temperatur von der Höhe der Messstation

In **Abbildung 2** sind die Mittel der mittleren Jahreslufttemperaturen der ausgewählten meteorologischen Stationen zwischen 1987 und 2007 in Abhängigkeit von der Höhe dargestellt. Die Mittel der mittleren Jahreslufttemperatur ist umgekehrt proportional zu der Höhe, in welcher diese gemessen wurde. Der Mittelwert der mittleren Jahreslufttemperatur sinkt um $-0,5\text{ °C}$ je 100 m Stationshöhe.

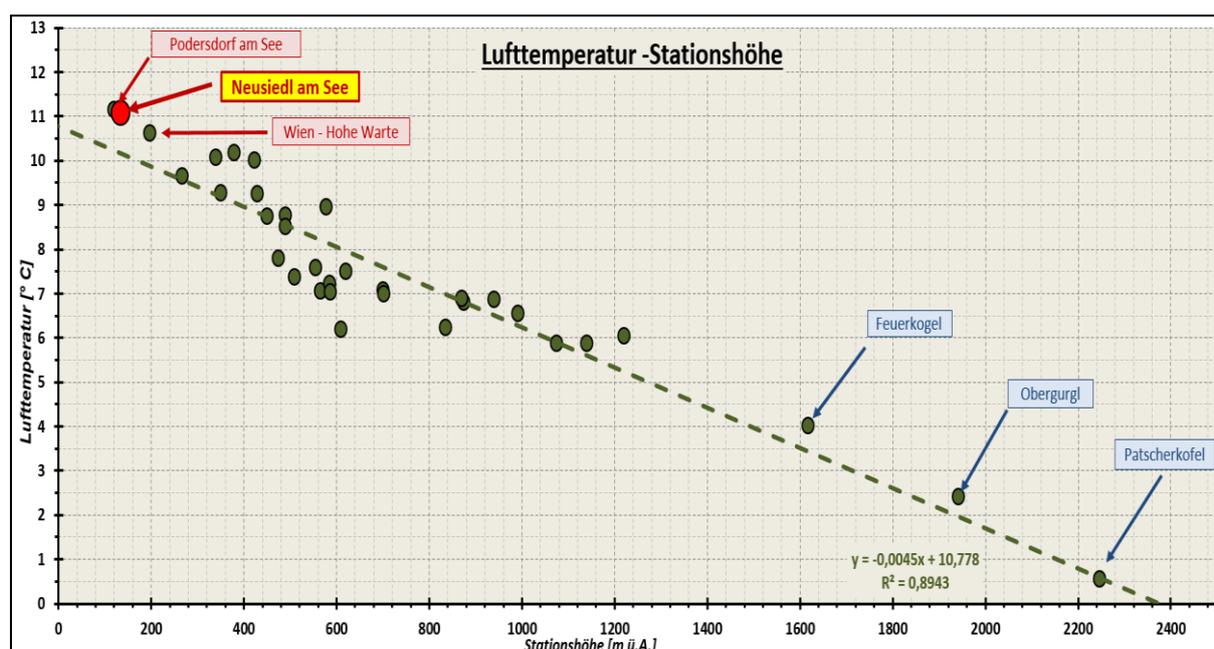


Abbildung 2: Abhängigkeit der langjährigen Mittel der mittleren Jahreslufttemperatur von der Höhe der Messstation

Der höchste Mittelwert der mittleren Jahreslufttemperaturen wurde an den Messstationen Podersdorf am See (11,2 °C) und Neusiedl am See (11,1 °C) registriert, die sich auf einer Höhe von 120 bzw. 135 m ü.A. befinden. Der niedrigste Mittelwert der mittleren Jahreslufttemperatur von 0,6 °C wurde bei der auf 2.247 m ü.A. liegenden Messstation Patscherkofel berechnet.

Um zu zeigen, dass es auch einen Zusammenhang zwischen der Grundwassertemperatur und der Standorthöhenlage gibt, wurde die mittlere Quellwassertemperatur in Abhängigkeit von der Höhe des Quellpegelnullpunktes in **Abbildung 3** dargestellt.

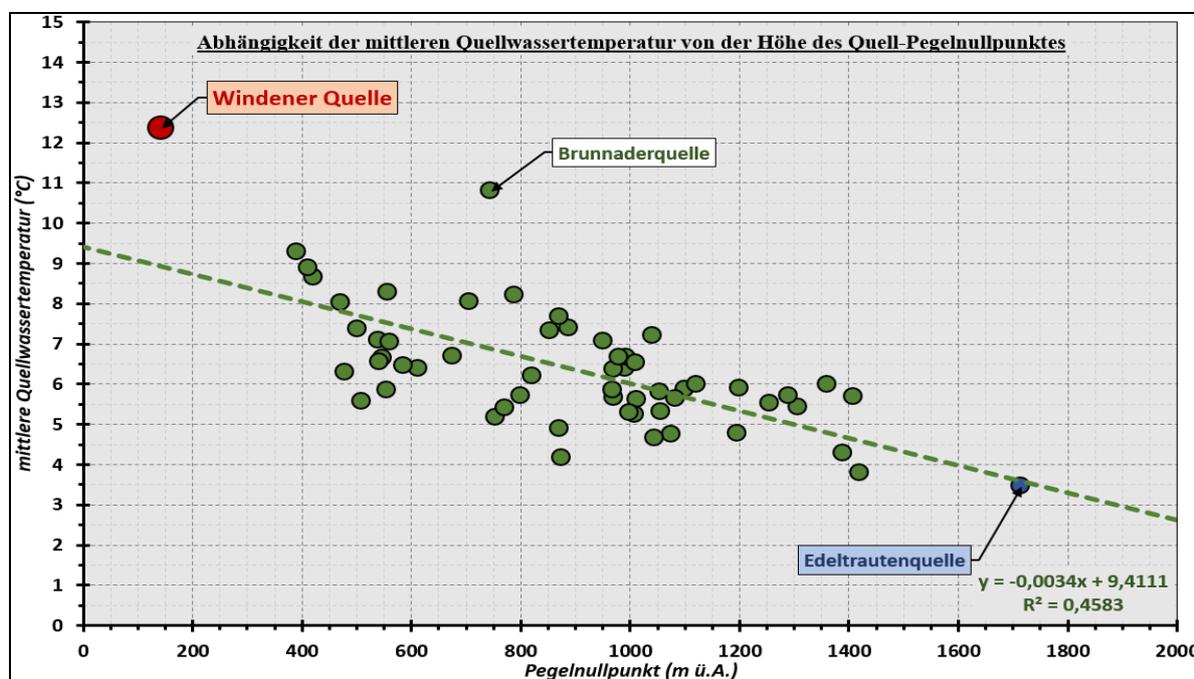


Abbildung 3: Abhängigkeit der mittleren Quellwassertemperatur von der Höhe des Quellpegelnullpunktes

Wie aus **Abbildung 3** ersichtlich, ist die mittlere Quellwassertemperatur umgekehrt proportional zur Höhe des Quellpegelnullpunktes. So wurde die höchste mittlere Quellwassertemperatur (12,3 °C) bei der Windener Quelle registriert, welche mit 143 m ü.A. die niedrigste Lage hat, bzw. die niedrigste mittlere Quellwassertemperatur von 3,5 °C wurde bei der auf 1.715 m ü.A. liegenden Edeltrautenquelle berechnet.

Die mittlere Quellwassertemperatur sinkt um -0,3 °C je 100 m Messstationshöhe.

5.2. Vergleich der hydrologischen Daten aus dem eHyd und GZÜV

Als erstes wurde die statistische Analyse der hydrografischen und GZÜV-Daten jeder Quelle für Temperatur, elektrische Leitfähigkeit und Temperatur durchgeführt.

Um die Daten quantitativ gegenüber zu stellen, wurde für jeden Parameter und jede Quelle ein Diagramm wie zum Beispiel in **Abbildung 26** auf Seite 66, zum Vergleich der hydrografischen und GZÜV-Daten erstellt. Die aus den erfassten Parameterwerten berechneten statistischen Daten wurden tabellarisch zusammengefasst und unter der grafischen Abbildung aufgelistet.

Bei diesem Schritt wurden insgesamt 348 Grafiken und die dazugehörigen Tabellen erstellt. Diese befinden sich alle auf der CD im Anhang, (PDF-Datei: „eHyd+GZÜV“).

Bei der Erstellung des graphischen Vergleichs der hydrografischen und GZÜV-Daten wurde festgestellt, dass es bei den Quellschüttungsdaten häufig eine relativ große Diskrepanz zwischen den hydrografischen und den GZÜV Schüttungsdaten gab. Daher wurde als Qualitätsüberprüfung zusätzlich für jede Quelle eine weitere Grafik bzw. Tabelle erstellt, in welcher, außer den hydrografischen und GZÜV-Daten, auch die hydrografischen Schüttungsdaten exakt für den Tag, an dem die GZÜV-Messungen durchgeführt wurden, dargestellt sind. Diese Daten sind als „GZÜV(EHyd)“ gekennzeichnet (**Abbildung 30** auf Seite 69). Dabei wurden noch 58 Grafiken bzw. Tabellen angefertigt welche sich ebenfalls auf der CD im Anhang befinden (PDF-Datei: „GZÜV+Ehyd+GZÜV(Ehyd)“). Aus diesen Grafiken ist ersichtlich, dass im Rahmen der GZÜV die erfasste Quellschüttung oft unterschätzt wurde bzw. dass bei der Durchführung der GZÜV-Messungen keine Quellschüttungswerte aufgezeichnet wurden.

5.3. Darstellung der hydrologischen und der hydrochemischen GZÜV-Daten

Für jede GZÜV-Messstelle wurden die Änderungen von jeweils zwei der 32 ausgewählten Parameter in einem doppelachsigen Diagramm dargestellt, wie zum Beispiel in **Abbildung 39** auf Seite 111 zu sehen ist. So wurden pro Quelle 16 Diagramme erstellt. Die aus den erfassten Parameterwerten berechneten statistischen Daten befinden sich in der Tabelle unter den graphischen Darstellungen. Bei diesem Schritt wurden insgesamt 928 Graphiken und die dazugehörige Tabelle verfasst, welche sich alle auf der CD im Anhang befinden (PDF-Datei: „GZÜV“).

5.4. Hydrochemische Eigenschaften der Quellen

Die einfachste Möglichkeit den Chemismus der Quellwasser miteinander zu vergleichen bzw. zu veranschaulichen ist die graphische Darstellung der hydrochemischen Parameter.

Um die Ionenbeziehungen zwischen den Kationen und Anionen und die der Kationen bzw. der Anionen jeweils untereinander zu vergleichen, wurden für den untersuchten Zeitraum die Mittelwerte der GZÜV-Parameterwerte in einem Piper-Diagramm geplottet (**Abbildung 4** auf Seite 25).

Mit Hilfe des Piper-Furtak-Diagrammes (PIPER, 1953) (FURTAK & LANGGUTH, 1967) wurde der hydrochemische Wassertyp der Quellen ermittelt (**Tabelle 5** und **Tabelle 6**) (KRALIK et al., 2005).

Wie man aus **Tabelle 5** auf Seite 24 entnehmen kann, sind ca. 90 % der Quellen erdalkalisch-karbonatische Wässer, welche auf Grund ihres Calcium- und Magnesium- bzw. Natrium- und Kaliumgehalts in weitere Untertypen unterteilt werden können (**Tabelle 6** auf Seite 24).

Die Höhenhansl- und Edelrautenquelle sind erdalkalisch-alkalisch-sulfatische Wässer. Die Langwies-Miesbachquelle gehört hydrochemisch zu den erdalkalisch-alkalisch-karbonatischen Wassertypen.

Um die absoluten Konzentrationen bzw. die absoluten Verhältnisse der hydrochemischen Parameter der ausgewählten Quellen zu vergleichen, wurden die Mittelwerte der GZÜV-Daten von 1992 bis 2012 in einem Schöller-Diagramm dargestellt. Aus dem Schöller-Diagramm in **Abbildung 5** auf Seite 26 ist deutlich ersichtlich, dass, wie erwartet, die hydrochemischen Eigenschaften der genannten erdalkalisch-alkalisch-sulfatischen bzw. -karbonatischen Wässer sich von den Charakteristika der anderen Quellen unterscheiden.

Tabelle 5: Hydrochemische Einteilung der ausgewählten **Quellwässer** (FURTAK & LANGGUTH, 1967) (KRALIK et al., 2005)

Hydrochemischer Wassertyp	Anzahl berücksichtigte Quellen	%
1_Erdalkalisch-karbonatische Wässer	50	86
2_Erdalkalisch karbonatisch-sulfatische Wässer	5	9
4_Erdalkalisch-alkalisch-karbonatische Wässer	1	2
5_Erdalkalisch-alkalisch-sulfatische Wässer	2	3
Summe	58	100

Tabelle 6: Unterteilung erdalkalisch-karbonatischer Wässer ($\text{Ca}+\text{Mg} > 80 \%$, $\text{Na}+\text{K} < 20 \%$) in Untertypen (KRALIK et al., 2005)

hydrochemischer Wassertyp	Anzahl berücksichtigte Quellen	%
8_Ca-karbonatische Wässer [$\text{Mg} < 20 \text{ (eq) } \%$]	15	30
9_Ca-Mg-karbonatische Wässer [$\text{Mg} = 20 \div 40 \text{ (eq) } \%$]	26	52
10_Dolomit-karbonatische Wässer [$\text{Mg} > 40 \text{ (eq) } \%$]	9	18
Summe	50	100

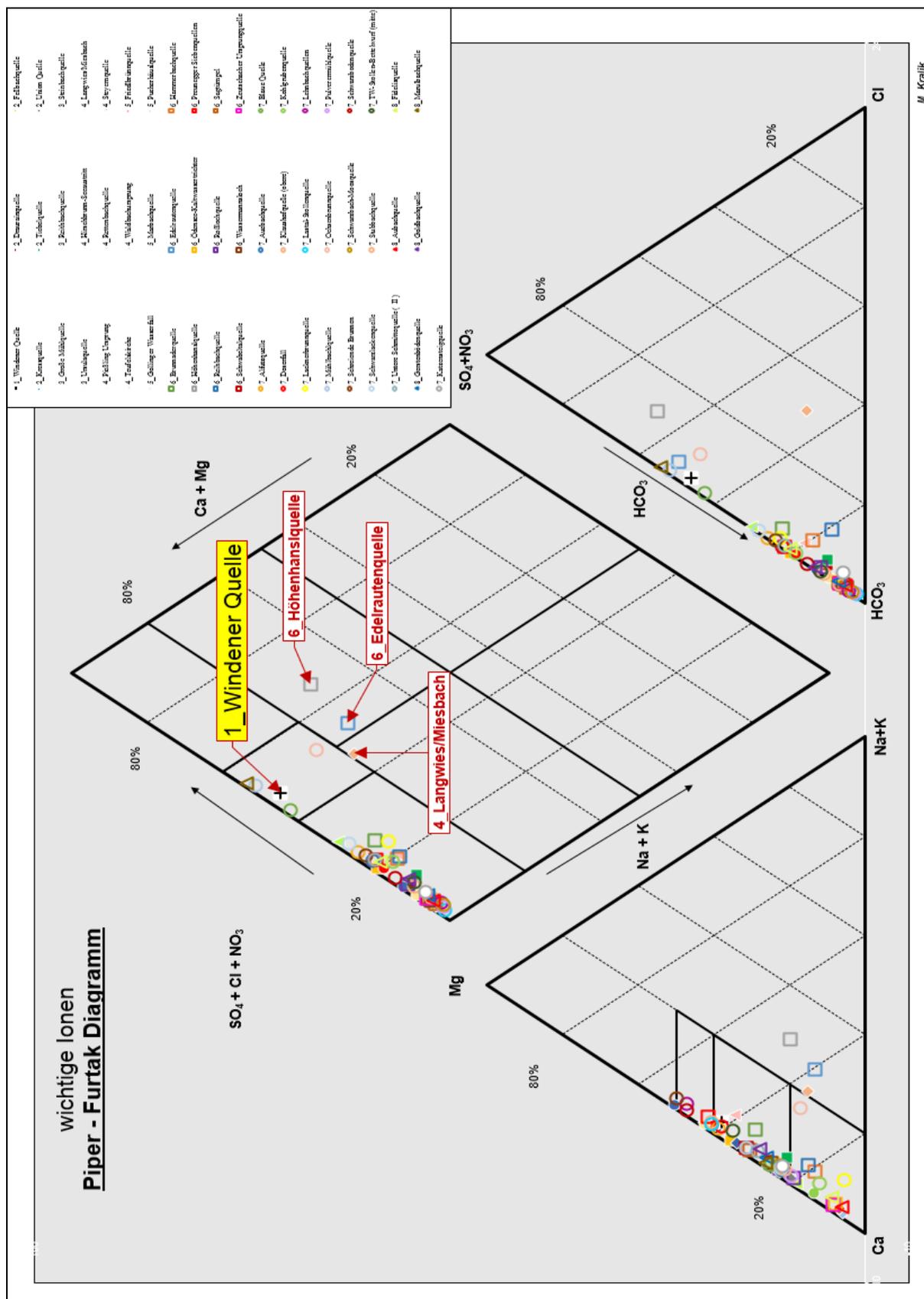


Abbildung 4: Piper-Furtak-Diagramm erstellt für die Mittelwerte der GZÜV-Parameter ausgewählter Quellen von 1992 bis 2012

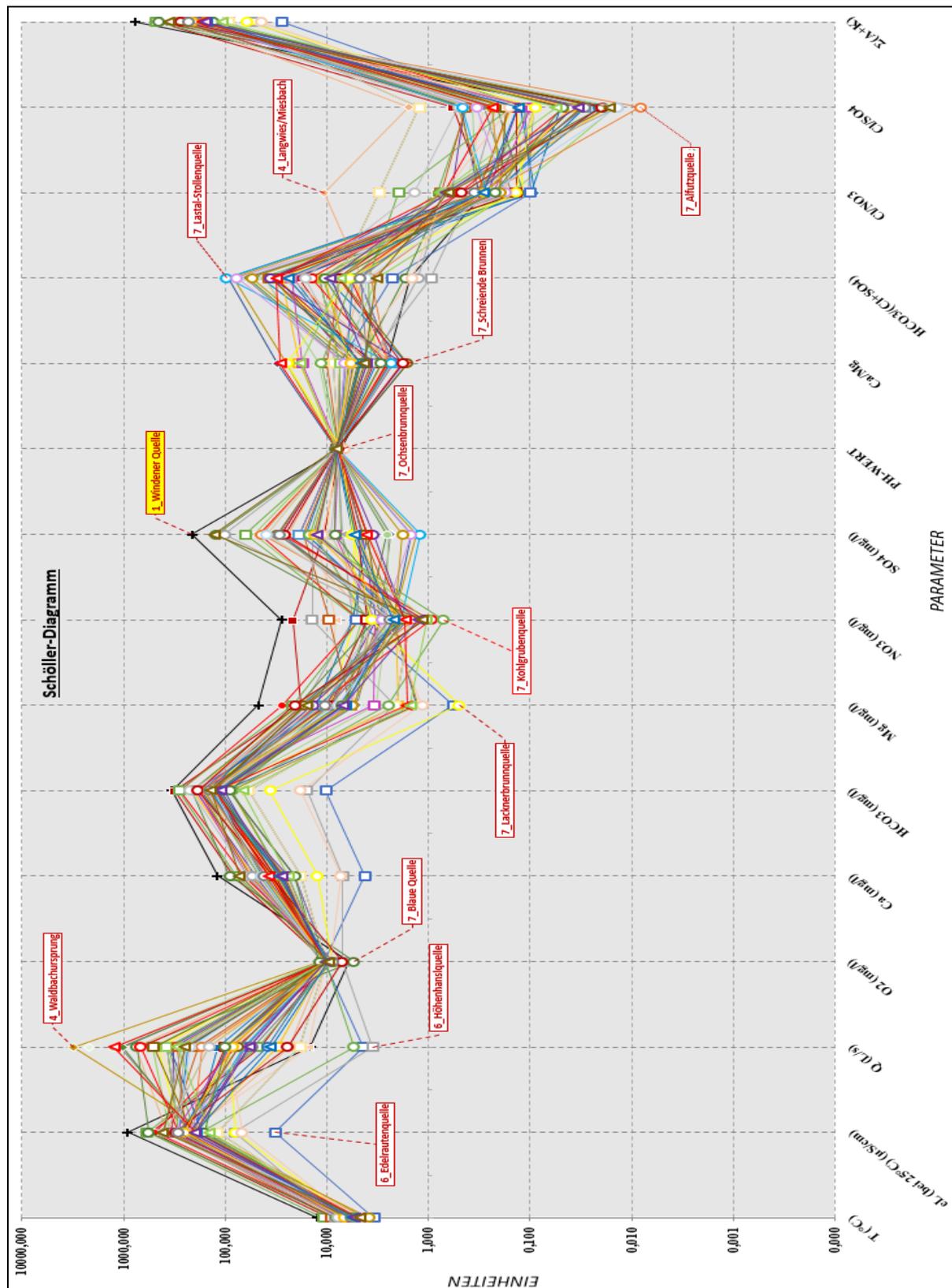


Abbildung 5: Schöller-Diagramm erstellt für die Mittelwerte der GZÜV-Parameter ausgewählter Quellen von 1992 bis 2012 (Legende identisch mit der Legende aus **Abbildung 4** auf Seite 25)

Auffallend sind noch die Parameter der Windener Quelle, die ausführlich im zweitem Teil dieser Arbeit (**Teil B**) besprochen werden.

In **Abbildung 6** auf Seite 28 wurde die elektrische Leitfähigkeit versus pH-Wert österreichischer Wässer dargestellt (KRALIK et al., 2005) und es sind die Bereiche gekennzeichnet, in welchen sich 80% der Wässer eines bestimmten Aquifertyps befinden. In dieses Diagramm wurden die Daten der ausgewählten 58 Quellen geplottet, um die unterschiedlichen Charakteristika der Quellen zu betonen. Auch in dieser Abbildung sieht man, dass die Windener Quelle mit ihrem erdalkalischen karbonatisch-sulfatischen Wasser eher mit den Porengrund-Wässern in Österreich vergleichbar ist als mit den reinen Karstquellen.

Wie bekannt ist, hat sehr reines Wasser eine sehr geringe Leitfähigkeit. Die elektrische Leitfähigkeit des Wassers steigt mit der Summe der in ihm gelösten Kationen und Anionen (HUNT & WILSON, 1986). Um daher die Qualität der Messungen zu überprüfen, wurden die Mittelwerte der elektrischen Leitfähigkeiten der ausgewählten Quellen gegenüber dem Mittel der Summen der Kationen und Anionen in einem Diagramm geplottet. Aus **Abbildung 7** auf Seite 28 ist ersichtlich, dass die sich die Mittelwerte der elektrischen Leitfähigkeiten der ausgewählten Quellen, wie zu erwarten war, sich proportional zu dem Mittel der Summen der Kationen und Anionen, welche sich im Quellwasser befinden, ändern.

Die am geringsten mineralisierte Quelle ist die Edelrautenquelle. Die am höchsten mineralisierte ist jedoch die Windener Quelle.

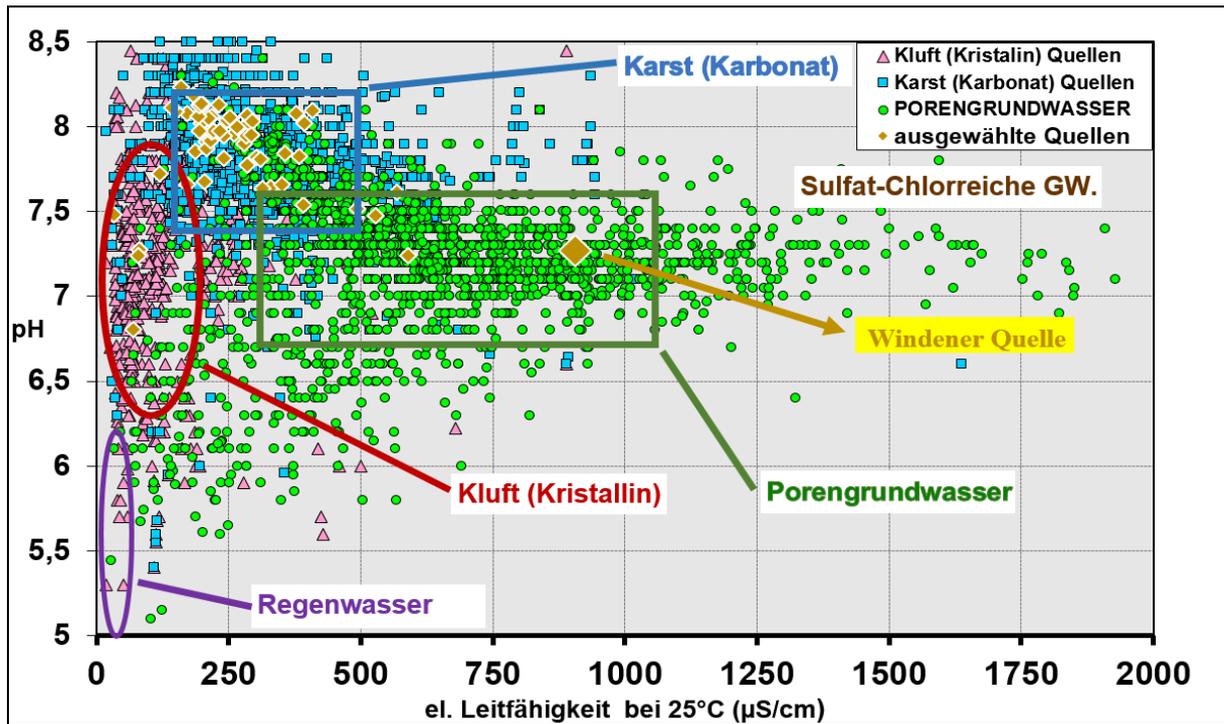


Abbildung 6: Die elektrische Leitfähigkeit versus pH-Wert österreichischer Wässer (KRALIK et al., 2005)

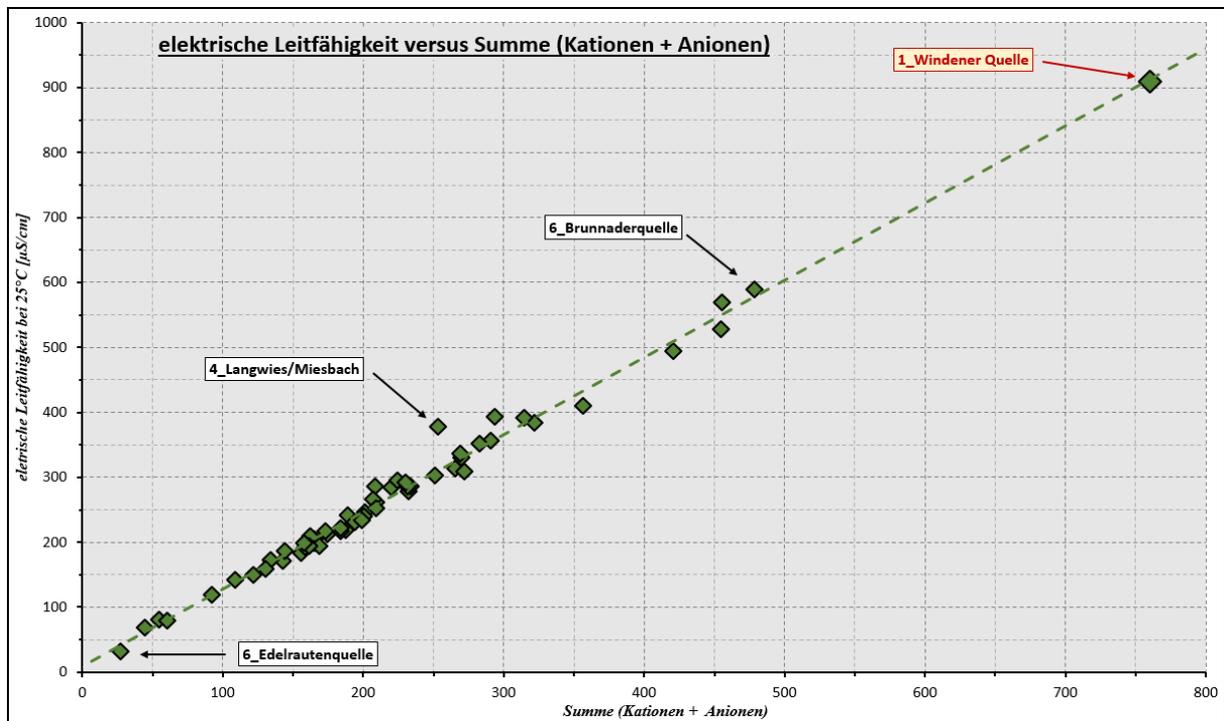


Abbildung 7: Die Mittel der elektrischen Leitfähigkeit versus die Mittel der Summen der Kationen und Anionen [mg/L] der ausgewählten Quellen

5.5. Ergebnisse der linearen Trendanalyse

5.5.1. Ergebnisse der linearen Trendanalyse der mittleren Jahreslufttemperatur an ausgewählten meteorologischen Stationen (1987 ÷ 2007)

Von 47 meteorologischen Stationen wurden zwischen 1987 und 2007 bei 39 Stationen (83 %) ein signifikanter mittlerer Jahreslufttemperaturanstieg von +0,9 °C (+0,2 ÷ +3,2 °C) berechnet. Die Ergebnisse der Trendanalyse der meteorologischen Daten befinden sich in **Tabelle 7**.

Tabelle 7: Ergebnisse der linearen Trendanalyse der mittleren Jahreslufttemperatur [°C] zwischen ca. 1987 und 2007 an ausgewählten meteorologischen Stationen

Nr.	Station	Mittelwert	STABW	Min	Max	Messungen	Steigung	Achsenabschnitt	R ²	Startwert Regressionsgerade	Endwert Regressionsgerade	Differenz	ab	bis
1	Admont	7,07	0,63	5,75	8,12	22	0,0247	-42,25	0,0656	6,81	7,31	0,49	1987	2008
2	Böckstein	5,87	0,57	4,77	7,11	22	0,0138	-21,69	0,0250	5,73	6,00	0,28	1987	2008
3	Braunau a. Inn	9,26	0,65	8,02	10,58	24	0,0200	-29,17	0,0602	10,61	11,01	0,40	1987	2012
4	Bregenz	10,02	0,55	8,73	11,12	25	0,0279	-45,67	0,1373	9,68	10,24	0,56	1987	2013
5	Breitenau, Molln	7,38	0,57	6,00	8,33	20	0,0224	-37,52	0,0627	7,04	7,49	0,45	1992	2012
6	Eichberg	8,89	0,66	7,30	9,89	15	0,0424	-76,01	0,0830	8,29	9,14	0,85	1994	2008
7	Feuerkogel	4,04	0,65	2,91	5,08	27	0,0166	-29,17	0,0406	3,82	4,15	0,33	1987	2013
8	Förolach	7,05	1,05	4,88	8,88	21	0,1181	-228,79	0,4854	5,87	8,23	2,36	1987	2007
9	Graz	10,07	0,69	8,64	11,26	25	0,0473	-84,50	0,2536	9,50	10,44	0,95	1987	2011
10	Gutenstein	7,80	0,70	6,56	9,01	26	0,0457	-83,51	0,2503	7,23	8,14	0,91	1987	2012
11	Hohenau a. d. Raab	6,99	0,63	5,65	7,99	22	0,0189	-30,75	0,0382	6,79	7,17	0,38	1987	2008
12	Hundsmaierhof	6,55	1,79	1,39	9,13	21	0,0156	-24,70	0,0029	6,39	6,71	0,31	1987	2007
13	Innsbruck Flughafen	9,41	0,59	8,30	10,78	27	-0,0093	28,07	0,0157	9,53	9,34	-0,19	1987	2013
14	Kirschenheuer-Babniak	8,59	0,60	7,70	9,84	14	-0,0251	58,79	0,0869	8,88	8,38	-0,50	1987	2007
15	Kitzeck im Sausal	10,29	0,82	8,93	12,04	18	0,0422	-74,02	0,0757	9,76	10,61	0,84	1991	2008
16	Klagenfurt Flughafen	8,74	0,66	7,33	9,69	25	0,0490	-89,26	0,2976	8,16	9,14	0,98	1987	2011
17	Kötschach Mauthen	8,46	0,67	7,06	9,36	12	0,0694	-130,09	0,4873	7,76	9,14	1,39	1987	2007
18	Kufstein	8,77	0,62	7,63	9,78	25	0,0416	-74,41	0,2416	8,27	9,10	0,83	1987	2011
19	Längenfeld	6,13	0,48	5,28	6,86	16	0,0214	-36,77	0,0534	5,77	6,20	0,43	1996	2012
20	Neusiedl am See	11,1	0,62	10,00	12,10	18	0,0393	-67,68	0,1365	10,41	11,20	0,79	1995	2013
21	Obdach	6,81	0,59	5,84	7,89	22	0,0331	-59,40	0,1318	6,46	7,12	0,66	1987	2008
22	Oberdrauburg	7,50	1,54	4,46	9,86	21	0,1584	-308,84	0,4080	5,92	9,09	3,17	1987	2007
23	Obergurgl	2,41	0,58	1,43	3,41	26	0,0110	-19,59	0,0210	2,27	2,49	0,22	1987	2012
24	Ottenstein	7,58	0,90	5,73	10,05	24	0,0284	-49,28	0,0608	7,22	7,79	0,57	1987	2012
25	Patscherkofel	0,55	0,67	-0,63	2,32	25	0,0203	-40,03	0,0501	0,31	0,71	0,41	1987	2011
26	Podersdorf am See	11,15	0,81	9,49	12,33	21	0,0573	-103,39	0,2318	10,37	11,52	1,15	1990	2012
27	Pöstlingberg	8,50	0,92	6,34	10,02	25	0,0679	-127,26	0,2970	7,69	9,05	1,36	1987	2011
28	Reutte	6,87	0,73	5,53	8,49	27	0,0468	-86,69	0,2553	6,26	7,20	0,94	1987	2012
29	Rosenbach	7,21	1,08	4,54	8,95	21	-0,0999	206,75	0,3299	8,21	6,21	-2,00	1987	2007
30	Sachsenburg	8,93	0,58	7,88	9,91	14	0,0460	-83,02	0,3109	8,40	9,32	0,92	1987	2007
31	Salzburg Flughafen	9,25	0,70	7,53	10,48	25	0,0287	-48,04	0,0916	8,91	9,48	0,57	1987	2011
32	Schopernau	6,22	0,62	5,18	7,49	26	0,0293	-52,33	0,1312	5,85	6,44	0,59	1987	2012
33	Seeberg (Eisenkappel-Bad Vellach)	6,86	0,62	5,59	7,84	25	0,0218	-36,65	0,0743	6,59	7,03	0,44	1987	2013
34	Sillehof	8,81	1,28	6,90	11,93	14	0,1368	-264,55	0,5699	7,23	9,97	2,74	1987	2007
35	Sillian	5,88	0,60	4,50	6,85	26	0,0354	-64,92	0,2047	5,43	6,14	0,71	1987	2012
36	St. Michael ob Bleiburg	9,10	1,21	6,94	11,03	14	0,1210	-232,64	0,4984	7,71	10,13	2,42	1987	2007
37	St. Peter i. Katschtal	6,04	0,76	4,90	7,81	25	0,0519	-97,83	0,2819	5,39	6,43	1,04	1987	2012
38	Velden-Weinzierl	9,23	1,74	4,89	11,43	10	-0,0561	121,65	0,0096	10,10	8,97	-1,12	1998	2007
39	Villacher Alpe	1,16	0,50	0,04	1,77	12	0,0003	0,51	0,0000	1,15	1,16	0,01	1997	2008
40	Wagna	9,65	0,82	8,24	11,06	22	0,0542	-98,52	0,1858	9,08	10,16	1,08	1987	2008
41	Waidegg	7,89	0,83	6,67	9,99	14	0,0521	-96,20	0,1981	7,29	8,33	1,04	1987	2007
42	Waltra	10,18	0,76	8,74	11,37	22	0,0494	-88,51	0,1801	9,66	10,65	0,99	1987	2008
43	Weißbriach	7,96	0,95	6,03	9,51	14	-0,0613	130,44	0,2064	8,67	7,44	-1,23	1987	2007
44	Wien-Hohe Warte	10,61	0,70	8,88	11,69	25	0,0335	-56,44	0,1240	10,20	10,87	0,67	1987	2008
45	Wiiersdorf	4,79	0,62	3,93	5,99	14	0,0089	-12,92	0,0103	4,69	4,87	0,18	1987	2007
46	Wildalpen	6,17	0,79	4,14	7,28	25	-0,0029	11,91	0,0008	6,21	6,15	-0,06	1987	2012
47	Zwettl-Edelhof	7,03	0,75	5,30	8,21	22	0,0375	-67,79	0,1058	6,64	7,39	0,75	1987	2008

5.5.2. Ergebnisse der linearen Trendanalyse der hydrologischen und hydrochemischen Daten (1992 ÷ 2012)

Um eventuelle Zusammenhänge zwischen der Änderung der Quellwassertemperatur, elektrischen Leitfähigkeit, Quellschüttung und Sauerstoffsättigung besser zu veranschaulichen, wurden die zugehörigen Trendlinien aller 58 ausgewählten Quellen in einzelnen Diagrammen geplottet. Diese Diagramme befinden sich im Anhang dieser Arbeit (**Abbildung 34** bis **Abbildung 37** auf Seite 97 bis 100).

Die Ergebnisse der linearen Trendanalyse der hydrologischen Parameter der hydrografischen- und GZÜV-Daten, bzw. der hydrochemischen Parameter der GZÜV-Daten von 1992 bis 2012 sind in **Tabelle 8** auf Seite 32 und **Tabelle 9** auf Seite 34 bzw. **Abbildung 8** auf Seite 33 zusammengefasst worden. Die detaillierten Tabellen mit Angaben für die einzelnen Parameter, z.B. über den Anfangs- und Endwert der Regressionsgerade bzw. weitere Daten, von denen der Trend für jede Quelle berechnet wurde, befinden sich im Anhang in **Tabelle 29** bis **Tabelle 44** (Seite 122 bis 137).

Bei 58 zwischen 1992 und 2012 untersuchten österreichischen Quellen ergaben sich folgende Änderungen:

- 35 Quellen (71 %) zeigen einen signifikanten mittleren **Quelltemperaturanstieg** von +0,4 °C (+0,06 ÷ +2,4 °C), 10 Quellen (20 %) zeigen keine signifikante Änderung, bzw. 4 Quellen (8 %) zeigen eine signifikante mittlere Temperaturabnahme von -0,2 °C (-0,3 ÷ -0,03 °C).
- Die **elektrische Leitfähigkeit** in 23 Quellen (51 %) steigt um +22 µS/cm (+6 ÷ +52 µS/cm) signifikant an, 15 Quellen (33 %) zeigen keine signifikante Änderung der mittleren elektrischen Leitfähigkeit bzw. in 7 Quellen (16 %) sinkt sie um -16 µS/cm (-35 ÷ -2 µS/cm) signifikant ab.
- Bei 31 Quellen (63 %) ändert sich die **Schüttung** nicht signifikant, in 12 Quellen (24 %) nimmt sie signifikant um -49 L/s (-2.082 ÷ -6 L/s) ab und nur in 6 Quellen (12%) nimmt sie signifikant um +15 L/s (+3 ÷ +37 L/s) zu.
- Die **Sauerstoffsättigung** sinkt in 38 Quellen (68 %) um -1,2 mg/L (-4,3 ÷ -0,3 mg/L) signifikant ab, in 12 Quellen (21 %) zeigt sie keine signifikante Änderung und nur in 6 Quellen (11 %) nimmt sie signifikant um +1,0 mg/L (+0,7 ÷ +1,6 mg/L) zu.
- Der **Calciumgehalt** ändert sich in 25 Quellen (45 %) nicht signifikant, nimmt signifikant in 16 Quellen (29 %) um -5,1 mg/L (-19,3 ÷ -1,6 mg/L) ab bzw. steigt signifikant in 15 Quellen (27 %) um +3,1 mg/L (+0,6 ÷ +6,3 mg/L) an.

- Der **Hydrogenkarbonatgehalt** nimmt signifikant in 24 Quellen (43 %) um -10,7 mg/L (-27,7 ÷ -1,6 mg/L) ab, in 22 Quellen (39 %) ändert er sich nicht signifikant bzw. steigt signifikant in 10 Quellen (18 %) um +10,3 mg/L (+4,1 ÷ +32,4 mg/L) an.
- Der **Magnesiumgehalt** nimmt signifikant in 29 Quellen (53 %) um -1,4 mg/L (-6,2 ÷ -0,2 mg/L) ab, in 15 Quellen (27 %) ändert er sich nicht signifikant bzw. steigt signifikant in 11 Quellen (20 %) um +0,9 mg/L (+0,1 ÷ +2,1 mg/L) an.
- Der **Nitratgehalt** steigt signifikant in 23 Quellen (41 %) um +0,9 mg/L (+0,1 ÷ +5,3 mg/L) an, nimmt signifikant in 21 Quellen (38 %) um -0,5 mg/L (-1,9 ÷ -0,1 mg/L) ab bzw. ändert sich in 12 Quellen (21 %) nicht signifikant.
- Der **Sulfatgehalt** nimmt signifikant in 28 Quellen (51 %) um -5,0 mg/L (-44,2 ÷ -0,3 mg/L) ab, in 18 Quellen (33 %) ändert er sich nicht signifikant bzw. steigt signifikant in 9 Quellen (16 %) um +5,9 mg/L (+0,3 ÷ +20,1 mg/L) an.
- Der **pH-Wert** steigt signifikant in 25 Quellen (45 %) um +0,2 (+0,1 ÷ +0,6) an, in 22 Quellen (39 %) ändert er sich nicht signifikant bzw. nimmt signifikant in 9 Quellen (16 %) um -0,1, (-0,2 ÷ -0,04) ab.
- Das **Ca/Mg-Verhältnis** steigt signifikant in 26 Quellen (46 %) um +1,4 (+0,02 ÷ +8,5) an, in 17 Quellen (30 %) ändert es sich nicht signifikant bzw. nimmt signifikant in 13 Quellen (23 %) um -0,6 (-2,3 ÷ -0,03) ab.
- Die **Summe der Kationen und Anionen** ändert sich in 22 Quellen (39 %) nicht signifikant, nimmt signifikant in 20 Quellen (36 %) um -22,5 mg/L (-71,4 ÷ -5,4 mg/L) ab bzw. steigt signifikant in 14 Quellen (25 %) um +17,7 mg/L (+1,7 ÷ +40,0 mg/L) an.

Tabelle 8: Ergebnisse der **linearen Trendanalyse** (%) der hydrologischen Parameter der hydrologischen- und GZÜV-Daten bzw. der hydrochemischen Parameter der GZÜV-Daten (1992 ÷ 2012)

Parameter	positiver signifikanter Trend	negativer signifikanter Trend	kein signifikanter Trend	Summe	positiver signifikanter Trend	negativer signifikanter Trend	kein signifikanter Trend
Wassertemperatur [°C]	35	4	10	49	71 %	8 %	20 %
el. Leitfähigkeit (bei 25 °C) [µS/cm]	23	7	15	45	51 %	16 %	33 %
Quellschüttung [L/s]	6	12	31	49	12 %	24 %	63 %
Sauerstoffgehalt [mg/L]	6	38	12	56	11 %	68 %	21 %
Calcium [mg/L]	15	16	25	56	27 %	29 %	45 %
Hydrogenkarbonat [mg/L]	10	24	22	56	18 %	43 %	39 %
Magnesium [mg/L]	11	29	15	55	20 %	53 %	27 %
Nitrat [mg/L]	23	21	12	56	41 %	38 %	21 %
Sulfat [mg/L]	9	28	18	55	16 %	51 %	33 %
pH-Wert	25	9	22	56	45 %	16 %	39 %
Ca/Mg	26	13	17	56	46 %	23 %	30 %
HCO ₃ /(Cl+SO ₄)	27	17	11	55	49 %	31 %	20 %
Cl/NO ₃	25	17	12	54	46 %	31 %	22 %
Cl/SO ₄	34	5	16	55	62 %	9 %	29 %
Summe (Kationen+Anionen) [mg/L]	14	20	22	56	25 %	36 %	39 %

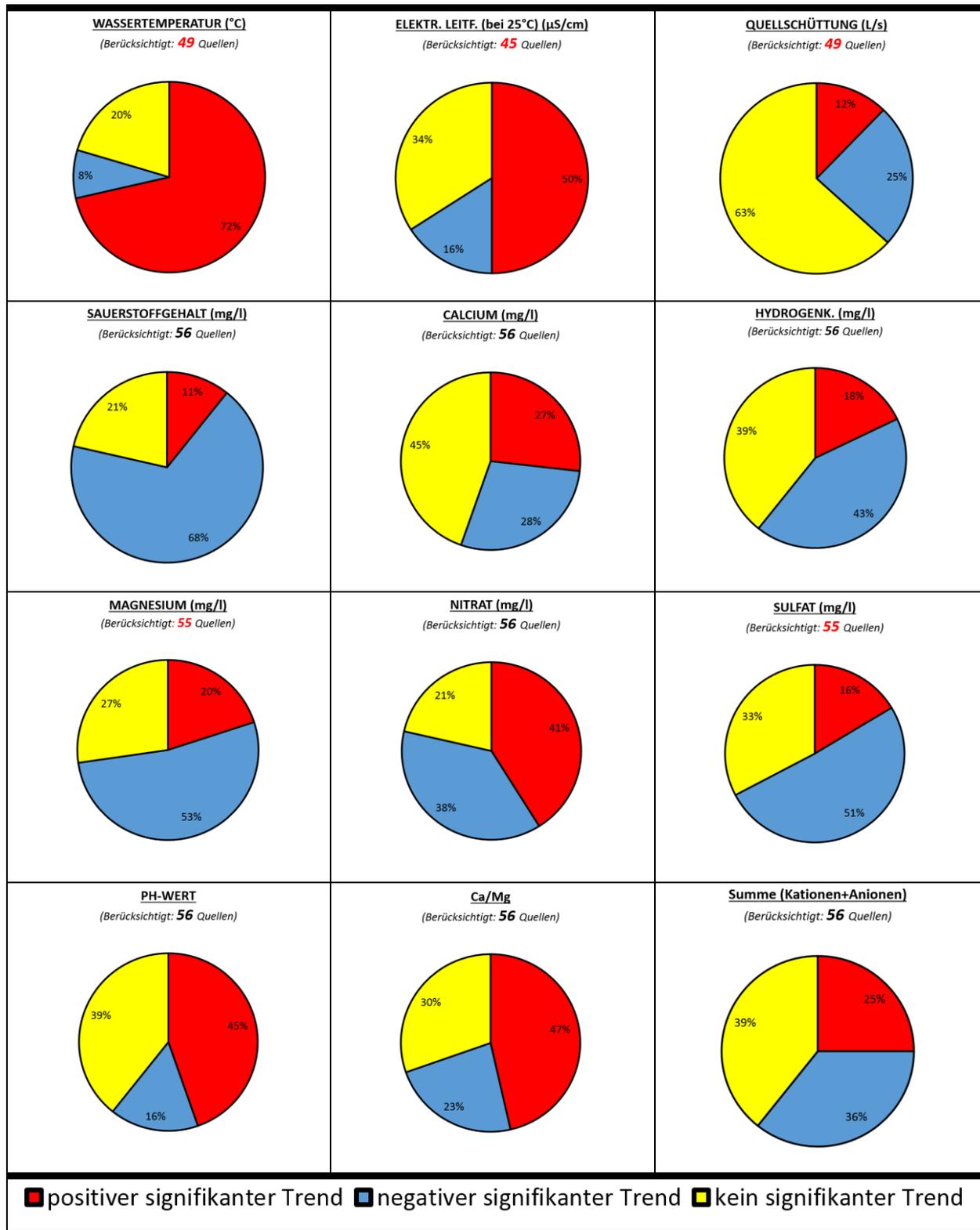


Abbildung 8: Ergebnisse der **linearen Trendanalyse** (Kreisdiagramme) der hydrologischen Parameter der hydrographischen- und GZÜV-Daten bzw. der hydrochemischen Parameter der GZÜV-Daten (1992 ÷ 2012)

Tabelle 9: Linearen Trendanalyse der hydrologischen Parameter der eHyd- und GZÜV-Daten bzw. der hydrochemischen Parameter der GZÜV-Daten (1992 ÷ 2012)

Nr.	Bundesland	Name	T [°C]	eL (bei 25 °C) [µS/cm]	Q [L/s]	O ₂ [mg/L]	Ca [mg/L]	HCO ₃ [mg/L]	Mg [mg/L]	NO ₃ [mg/L]	SO ₄ [mg/L]	pH-Wert	Ca/Mg	Σ(A+K)
1	Burgenland	1_Windener Quelle	+	+	ngD	-	-	-	-	+	-	+	0	-
2	Kärnten	2_Draurainquelle	+	+	+	0	+	+	+	-	-	+	-	+
3	Kärnten	2_Fellbachquelle	-	0	0	0	+	0	0	+	-	0	+	0
4	Kärnten	2_Kressquelle	0	ngD	0	0	0	-	-	+	-	+	+	-
5	Kärnten	2_Tiebelquelle	+	ngD	ngD	-	+	+	+	-	+	0	-	+
6	Kärnten	2_Union Quelle	-	+	+	0	+	-	-	0	-	+	+	-
7	Niederösterreich	3_Große Mühlquelle	+	0	0	-	-	+	-	0	-	+	0	-
8	Niederösterreich	3_Reithbachquelle	+	0	0	-	-	-	-	+	0	+	+	-
9	Niederösterreich	3_Steinbachquelle	+	0	0	-	-	-	-	+	-	+	+	-
10	Niederösterreich	3_Ursulaquelle	+	-	+	-	-	-	-	+	-	+	+	-
11	Oberösterreich	4_Hirschbrunn-Seeaustritt	+	+	ngD	+	-	-	-	-	ngD	-	+	-
12	Oberösterreich	4_Langwies/Miesbach	+	0	0	0	0	-	-	-	0	0	+	-
13	Oberösterreich	4_Pießling Ursprung	0	ngD	0	+	0	-	0	-	-	0	0	-
14	Oberösterreich	4_Rettenbachquelle	0	+	0	-	0	-	-	-	-	0	+	-
15	Oberösterreich	4_Stejernquelle	+	+	0	+	0	0	0	+	-	+	0	0
16	Oberösterreich	4_Teufelskirche	+	-	0	+	0	-	-	-	-	-	+	-
17	Oberösterreich	4_Waldbachursprung	+	-	0	+	0	-	-	0	-	0	+	-
18	Salzburg	5_Friedlbrunnquelle	+	-	0	-	+	+	0	-	-	0	+	+
19	Salzburg	5_Gollinger Wasserfall	+	+	0	-	+	0	-	-	-	0	0	0
20	Salzburg	5_Marbachquelle	+	+	-	-	+	+	+	-	-	0	+	+
21	Salzburg	5_Pucherhäuslquelle	ngD	ngD	0	-	0	+	-	0	-	+	+	+
22	Steiermark	6_Brunnaderquelle	0	0	0	0	-	0	-	+	0	0	0	0
23	Steiermark	6_Edelrautenquelle	+	0	0	-	0	-	ngD	+	0	+	0	0
24	Steiermark	6_Hammerbachquelle	+	+	-	-	+	+	+	+	0	+	0	+
25	Steiermark	6_Höhenhanslquelle	0	ngD	ngD	0	0	0	-	+	+	+	-	+
26	Steiermark	6_Ödensee-Kaltwassertrichter	+	0	0	-	-	-	-	0	0	0	+	-
27	Steiermark	6_Preunegger Siebenquellen	0	+	+	0	0	0	0	-	0	-	-	0
28	Steiermark	6_Reihbachquelle	+	+	+	-	+	0	+	+	0	-	-	+
29	Steiermark	6_Roßlochquelle	+	0	0	+	-	0	0	+	0	-	-	0
30	Steiermark	6_Sagtümpel	0	+	0	-	0	0	0	+	0	+	-	0
31	Steiermark	6_Schwabeltalquelle	+	0	0	-	-	+	0	+	0	0	-	+
32	Steiermark	6_Wassermannsloch	0	0	0	-	-	0	0	0	+	-	-	0
33	Steiermark	6_Zeutschacher Ursprungquelle	ngD	ngD	ngD	-	-	0	+	+	+	0	-	0
34	Tirol	7_Alfutzquelle	ngD	ngD	-	-	-	-	-	-	+	0	-	0
35	Tirol	7_Auebachquelle	+	0	-	-	-	-	-	-	0	+	0	0
36	Tirol	7_Blaue Quelle	+	+	0	-	0	-	-	0	-	-	+	-
37	Tirol	7_Doserfall	ngD	ngD	0	0	+	0	+	-	+	+	0	+
38	Tirol	7_Katzensteigquelle	+	+	-	-	0	0	-	-	-	0	+	0
39	Tirol	7_Klaushofquelle (obere)	ngD	ngD	ngD	-	0	+	-	+	-	+	+	+
40	Tirol	7_Kohlgrubenquelle	ngD	ngD	0	0	+	-	-	+	0	+	+	0
41	Tirol	7_Lacknerbrunnquelle	+	-	-	ngD	ngD	ngD	ngD	ngD	ngD	ngD	ngD	ngD
42	Tirol	7_Lastal-Stollenquelle	+	0	0	-	0	-	-	+	-	+	+	0
43	Tirol	7_Lehnbachquellen	+	+	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-
44	Tirol	7_Mühlbachquelle	+	+	-	-	+	0	+	-	+	0	-	+
45	Tirol	7_Ochsenbrunnquelle	+	+	-	-	+	-	+	-	+	+	+	+
46	Tirol	7_Pulverermühlquelle	+	+	0	-	-	0	0	+	-	0	0	0
47	Tirol	7_Schreiende Brunnen	0	0	0	-	0	0	0	+	0	-	0	0
48	Tirol	7_Schwarzbach-Moosquelle	+	+	-	-	0	0	0	0	-	-	0	0
49	Tirol	7_Schwarzbodenquelle	0	-	+	-	-	-	-	+	-	0	+	-
50	Tirol	7_Schwarzlackenquelle	+	0	0	-	0	0	0	-	0	0	0	0
51	Tirol	7_Stubbachquelle	-	-	0	ngD	ngD	ngD	ngD	ngD	ngD	ngD	ngD	ngD
52	Tirol	7_TW-Stollen-Bettelwurf (mitte)	ngD	ngD	ngD	-	+	-	-	0	-	+	+	-
53	Tirol	7_Untere Schmittequelle (II)	ngD	ngD	ngD	-	0	-	0	-	+	+	+	0
54	Vorarlberg	8_Aubachquelle	+	+	-	-	0	0	-	0	-	0	+	0
55	Vorarlberg	8_Fidelisquelle	+	+	0	0	0	0	-	-	-	+	+	-
56	Vorarlberg	8_Gerstenbödenquelle	+	+	0	-	+	+	+	0	0	+	0	+
57	Vorarlberg	8_Goldbachquelle	-	+	-	-	0	0	+	0	0	0	0	-
58	Vorarlberg	8_Marulbachquelle	ngD	ngD	ngD	0	0	-	-	-	0	+	0	0

5.5.3. Ergebnisse der linearen Trendanalyse der Quellen mit signifikantem positiven Temperaturtrend (1992 ÷ 2012)

Die Ergebnisse der linearen Trendanalyse der hydrologischen Parameter der hydrografischen- und GZÜV-Daten bzw. der hydrochemischen Parameter der GZÜV-Daten der Quellen mit signifikantem positiven Temperaturtrend von 1992 bis 2012 sind in **Tabelle 10 auf Seite 36** und **Tabelle 11 auf Seite 38**, bzw. in den **Abbildung 9 auf Seite 37** zusammengefasst worden.

Zwischen 1992 und 2012 ergaben sich bei den 35 Quellen mit signifikant positivem Temperaturanstieg folgende Änderungen:

- 35 Quellen (100 %) zeigen einen signifikanten mittleren **Quelltemperaturanstieg** von +0,4 °C (+0,1 ÷ +2,4 °C).
- Die **elektrische Leitfähigkeit** steigt in 18 Quellen (53 %) um +24 µS/cm (+7 ÷ +52 µS/cm) signifikant an, 11 Quellen (32 %) zeigen keine signifikante Änderung der mittleren elektrischen Leitfähigkeit und in 5 Quellen (15 %) sinkt sie um -18 µS/cm (-35 ÷ -2 µS/cm) signifikant ab.
- Bei 19 Quellen (59 %) ändert sich die **Schüttung** nicht signifikant, nur in 10 Quellen (31 %) nimmt sie signifikant um -252 L/s (-2.082 ÷ -11L/s) ab und in 3 Quellen (9%) nimmt sie signifikant um +8 L/s (+3 ÷ +13 L/s) zu.
- Die **Sauerstoffsättigung** sinkt in 26 Quellen (76 %) um -1,2 mg/L (-3,9 ÷ -0,4 mg/L) signifikant ab, nur in 5 Quellen (15 %) nimmt sie signifikant um +1,1 mg/L (+0,7 ÷ +1,6 mg/L) zu und 3 Quellen (9 %) zeigen keine signifikante Änderung.
- Der **Calciumgehalt** in 13 Quellen (38 %) ändert sich nicht signifikant, nimmt signifikant in 11 Quellen (32 %) um -5,3 mg/L (-19,3 ÷ -1,7 mg/L) ab bzw. steigt signifikant in 10 Quellen (29 %) um +3,5 mg/L (+0,9 ÷ +5,8 mg/L) an.
- Der **Hydrogenkarbonatgehalt** nimmt signifikant in 14 Quellen (41 %) um -11,5 mg/L (-27,7 ÷ -1,7 mg/L) ab, in 12 Quellen (35 %) ändert er sich nicht signifikant bzw. steigt signifikant in 8 Quellen (24 %) um +11,6 mg/L (+4,1 ÷ +32,4 mg/L) an.
- Der **Magnesiumgehalt** nimmt signifikant in 17 Quellen (52 %) um -1,5 mg/L (-6,2 ÷ -0,4 mg/L) ab, steigt signifikant in 8 Quellen (24 %) um +0,9 mg/L (+0,1 ÷ +2,1 mg/L) an bzw. in 8 Quellen (24 %) ändert er sich nicht signifikant.
- Der **Nitratgehalt** nimmt signifikant in 14 Quellen (41 %) um -0,6 mg/L (-1,9 ÷ -0,1 mg/L) ab, steigt signifikant in 13 Quellen (38 %) um +1,1 mg/L (+0,2 ÷ +5,3 mg/L) an bzw. in 7 Quellen (21 %) ändert er sich nicht signifikant.

- Der **Sulfatgehalt** nimmt signifikant in 19 Quellen (58 %) um -5,0 mg/L (-44,2 ÷ -0,3 mg/L) ab, in 11 Quellen (33 %) ändert er sich nicht signifikant bzw. steigt signifikant in 3 Quellen (9 %) um +6,89 mg/L (+0,3 ÷ +17,7 mg/L) an.
- Der **pH-Wert** steigt signifikant in 14 Quellen (41 %) um +0,2 (+0,1 ÷ +0,6) an, in 14 Quellen (41 %) ändert er sich nicht signifikant bzw. nimmt signifikant in 6 Quellen (18 %) um -0,1, (-0,04 ÷ -0,1) ab.
- Das **Ca/Mg-Verhältnis** steigt signifikant in 16 Quellen (47 %) um +2,1 (+0,1 ÷ +8,5) an, in 11 Quellen (32 %) ändert es sich nicht signifikant bzw. nimmt signifikant in 7 Quellen (21 %) um -0,5 (-0,03 ÷ -1,5) ab.
- Die **Summe der Kationen und Anionen** nimmt signifikant in 13 Quellen (38 %) um -24,9 mg/L (-71,4 ÷ -5,4 mg/L) ab, in 11 Quellen (32 %) ändert sie sich nicht signifikant bzw. steigt signifikant in 10 Quellen (29 %) um +17,6 mg/L (+1,7 ÷ +40,0 mg/L) an.

Tabelle 10: Ergebnisse der **linearen Trendanalyse** (%) der hydrologischen Parameter der eHyd- und GZÜV-Daten bzw. der hydrochemischen Parameter der GZÜV-Daten der Quellen mit **signifikantem positiven Temperaturtrend** (1992 ÷ 2012)

Parameter	positiver signifikanter Trend	negativer signifikanter Trend	kein signifikanter Trend	Summe	positiver signifikanter Trend	negativer signifikanter Trend	kein signifikanter Trend
Wassertemperatur [°C]	35	0	0	35	100 %	0 %	0 %
el. Leitfähigkeit (bei 25 °C) [µS/cm]	18	5	11	34	53 %	15 %	32 %
Quellschüttung [L/s]	3	10	19	32	9 %	31 %	59 %
Sauerstoffgehalt [mg/L]	5	26	3	34	15 %	76 %	9 %
Calcium [mg/L]	10	11	13	34	29 %	32 %	38 %
Hydrogenkarbonat [mg/L]	8	14	12	34	24 %	41 %	35 %
Magnesium [mg/L]	8	17	8	33	24 %	52 %	24 %
Nitrat [mg/L]	13	14	7	34	38 %	41 %	21 %
Sulfat [mg/L]	3	19	11	33	9 %	58 %	33 %
pH-Wert	14	6	14	34	41 %	18 %	41 %
Ca/Mg	16	7	11	34	47 %	21 %	32 %
HCO ₃ /(Cl+SO ₄)	17	9	7	33	52 %	27 %	21 %
Cl/NO ₃	17	8	8	33	52 %	24 %	24 %
Cl/SO ₄	24	3	7	34	71 %	9 %	21 %
Summe (Kationen+Anionen) [mg/L]	10	13	11	34	30 %	38 %	32 %

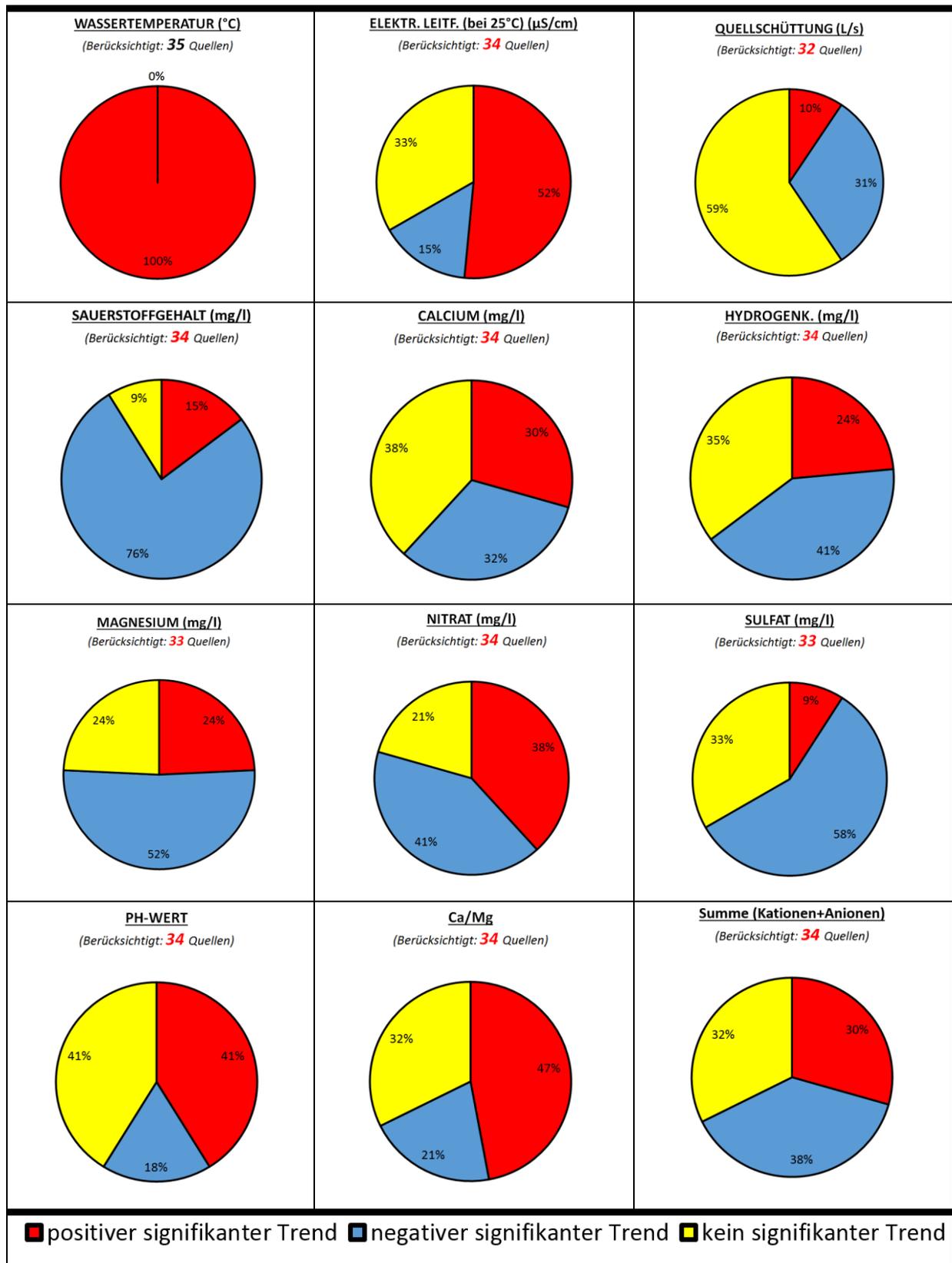


Abbildung 9: Ergebnisse der **linearen Trendanalyse** (Kreisdiagramme) der hydrologischen Parameter der eHyd- und GZÜV-Daten bzw. der hydrochemischen Parameter der GZÜV-Daten der Quellen mit **signifikantem positiven Temperaturtrend** (1992 ÷ 2012)

Tabelle 11: Linearen Trendanalyse der hydrologischen Parameter der eHyd- und GZÜV-Daten bzw. der hydrochemischen Parameter der GZÜV-Daten der Quellen mit **signifikantem positiven Temperaturtrend** (1992 ÷ 2012)

Nr.	Bundesland	Name	T [°C]	eL (bei 25 °C) [µS/cm]	Q [L/s]	O ₂ [mg/L]	Ca [mg/L]	HCO ₃ [mg/L]	Mg [mg/L]	NO ₃ [mg/L]	SO ₄ [mg/L]	pH- Wert	Ca/Mg	Σ(A+K)
1	Burgenland	1_Windener Quelle	+	+	ngD	-	-	-	-	+	-	+	0	-
2	Kärnten	2_Draurainquelle	+	+	+	0	+	+	+	-	-	+	-	+
5	Kärnten	2_Tiebelquelle	+	ngD	ngD	-	+	+	+	-	+	0	-	+
7	Niederösterreich	3_Große Mühlquelle	+	0	0	-	-	+	-	0	-	+	0	-
8	Niederösterreich	3_Reithbachquelle	+	0	0	-	-	-	-	+	0	+	+	-
9	Niederösterreich	3_Steinbachquelle	+	0	0	-	-	-	-	+	-	+	+	-
10	Niederösterreich	3_Ursulaquelle	+	-	+	-	-	-	-	+	-	+	+	-
11	Oberösterreich	4_Hirschbrunn- Seeaustritt	+	+	ngD	+	-	-	-	-	ngD	-	+	-
12	Oberösterreich	4_Langwies/Miesbach	+	0	0	0	0	-	-	-	0	0	+	-
15	Oberösterreich	4_Steyernquelle	+	+	0	+	0	0	0	+	-	+	0	0
16	Oberösterreich	4_Teufelskirche	+	-	0	+	0	-	-	-	-	-	+	-
17	Oberösterreich	4_Waldbachsprung	+	-	0	+	0	-	-	0	-	0	+	-
18	Salzburg	5_Friedlbrunnquelle	+	-	0	-	+	+	0	-	-	0	+	+
19	Salzburg	5_Göllinger Wasserfall	+	+	0	-	+	0	-	-	-	0	0	0
20	Salzburg	5_Marbachquelle	+	+	-	-	+	+	+	-	-	0	+	+
23	Steiermark	6_Edelrautenquelle	+	0	0	-	0	-	ngD	+	0	+	0	0
24	Steiermark	6_Hammerbachquelle	+	+	-	-	+	+	+	+	0	+	0	+
26	Steiermark	6_Ödensee- Kaltwassertrichter	+	0	0	-	-	-	-	0	0	0	+	-
28	Steiermark	6_Reihbachquelle	+	+	+	-	+	0	+	+	0	-	-	+
29	Steiermark	6_Roßlochquelle	+	0	0	+	-	0	0	+	0	-	-	0
31	Steiermark	6_Schwabeltalquelle	+	0	0	-	-	+	0	+	0	0	-	+
35	Tirol	7_Auebachquelle	+	0	-	-	0	0	0	+	0	+	0	0
36	Tirol	7_Blaue Quelle	+	+	0	-	0	-	-	0	-	-	+	-
38	Tirol	7_Katzensteigquelle	+	+	-	-	0	0	-	-	-	0	+	0
41	Tirol	7_Lacknerbrunnquelle	+	-	-	ngD	ngD	ngD	ngD	ngD	ngD	ngD	ngD	ngD
42	Tirol	7_Lastal-Stollenquelle	+	0	0	-	0	-	-	+	-	+	+	0
43	Tirol	7_Lehnbachquellen	+	+	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-
44	Tirol	7_Mühlbachquelle	+	+	-	-	+	0	+	-	+	0	-	+
45	Tirol	7_Ochsenbrunnquelle	+	+	-	-	+	-	+	-	+	+	+	+
46	Tirol	7_Pulverermühlquelle	+	+	0	-	-	0	0	+	-	0	0	0
48	Tirol	7_Schwarzbach- Moosquelle	+	+	-	-	0	0	0	0	-	-	0	0
50	Tirol	7_Schwarzlackenquelle	+	0	0	-	0	0	0	-	0	0	0	0
54	Vorarlberg	8_Aubachquelle	+	+	-	-	0	0	-	0	-	0	+	0
55	Vorarlberg	8_Fidelisquelle	+	+	0	0	0	0	-	-	-	+	+	-
56	Vorarlberg	8_Gerstenbödenquelle	+	+	0	-	+	+	+	0	0	+	0	+

5.5.4. Vergleich der Trends der Quell- und Grundwassertemperatur

In **Abbildung 10** wurden die Ergebnisse der linearen Trendanalyse der mittleren Quellwassertemperatur mit den Ergebnissen der Studie über Trends der Grundwassertemperatur verglichen (SCHARTNER & KRALIK, 2011).

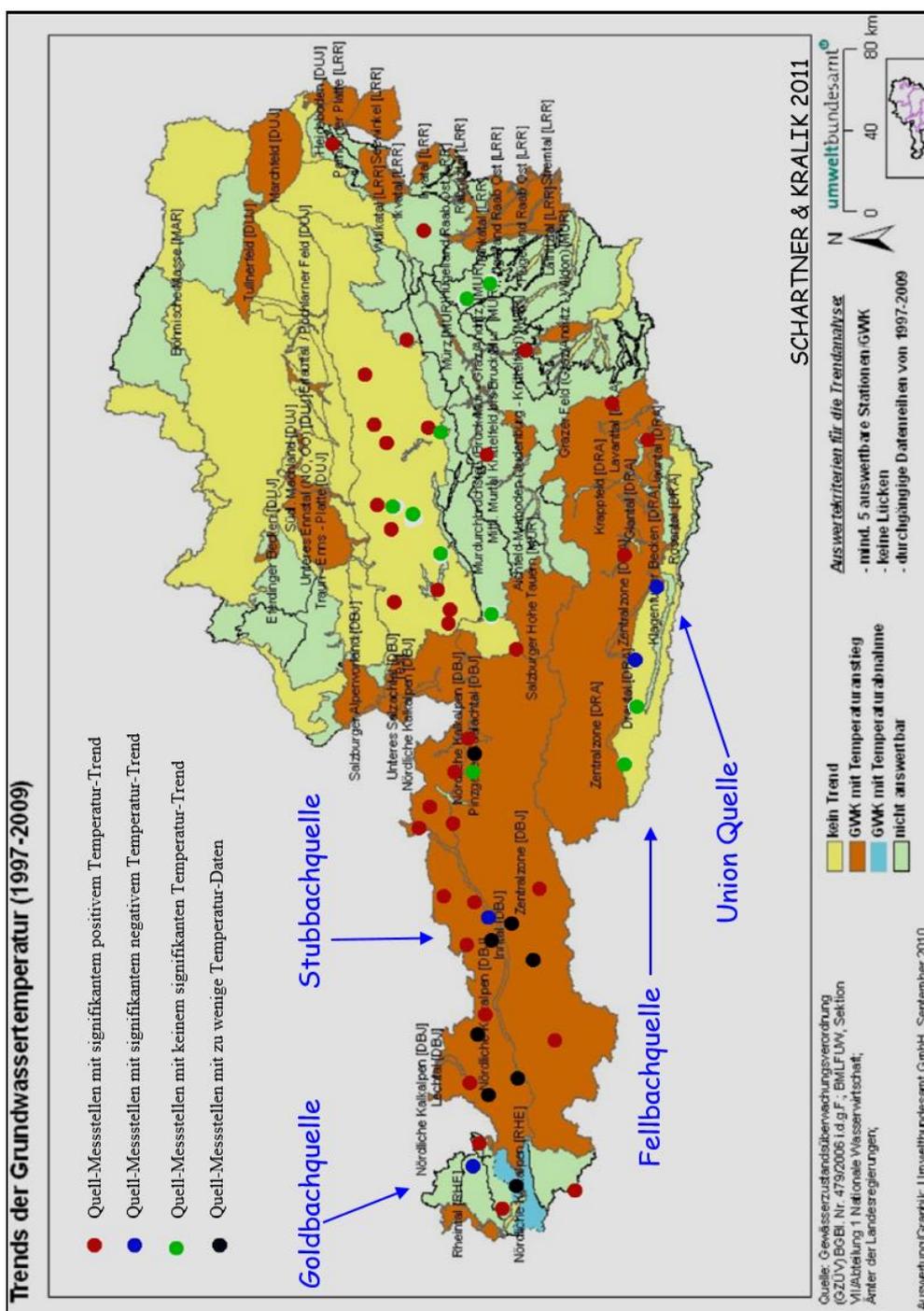


Abbildung 10: Trends der mittlerer Quellwassertemperatur (1992 ÷ 2012) und Grundwassertemperatur (1997 ÷ 2009) (SCHARTNER & KRALIK, 2011)

6. Diskussion der Ergebnisse

Zwischen 1987 und 2007 wurden von den 46 untersuchten meteorologischen Stationen in Österreich bei über 80 % der Stationen ein signifikanter Anstieg der mittleren Jahreslufttemperatur von +0,9 °C (im Bereich von +0,2 bis +3,2 °C) berechnet (**Tabelle 7** auf Seite 29).

Von den ausgesuchten Quellen zeigen für den untersuchten Zeitraum fast dreiviertel einen signifikant steigenden Temperaturtrend des Quellwassers. Bei den Quellen mit signifikant steigendem Temperaturtrend wurde zwischen 1992 und 2012 ein mittlerer Wassertemperaturanstieg von +0,4 °C (im Bereich von +0,1 bis +2,4 °C) registriert (**Tabelle 29** auf Seite 122).

Das heißt, dass in dem untersuchten Zeitraum pro Dekade die Grundwassertemperatur um ca. +0,2 °C, die Mittel der mittleren Lufttemperatur aber ca. um +0,5 °C gestiegen ist. Die statistische Trendanalyse deutet darauf hin, dass es einen sehr wahrscheinlichen Zusammenhang zwischen der Temperaturentwicklung von Quellwässern und der Lufttemperatur gibt.

In **Abbildung 2** auf Seite 20 ist veranschaulicht, dass das Mittel der mittleren Jahreslufttemperatur umgekehrt proportional zu der Höhe ist, in welcher sie gemessen wird. In **Abbildung 3** auf Seite 21 ist ersichtlich, dass es einen ähnlichen Zusammenhang gibt zwischen der mittleren Quellwassertemperatur und der Höhe des Quellpegelnullpunktes.

In **Abbildung 3** ist sichtbar, dass die mittlere Quellwassertemperatur von der Brunnaderquelle und der Windener Quelle mit +10,8 bzw. +12,4 °C um ca. +2 °C höher ist, als nach dem generellen Anstieg zu erwarten ist.

Bei der Brunnaderquelle könnte diese Temperaturabweichung dadurch erklärt werden, dass die Quelle wesentlich durch die Infiltration von Bachwasser gespeist wird (UNTERSWEIG, 2005).

Bei der Windener Quelle gibt es zwei verschiedene Theorien, durch welche die höhere mittlere Temperatur erklärt werden kann:

- Es handelt sich um eine erdalkalisch-alkalisch-sulfatische Quelle und daher wird vermutet, dass die höhere mittlere Temperatur durch die Aktivität von schwefeloxidierenden Bakterien verursacht wird.
- Die Isotopenuntersuchungen weisen auf eine Vermischung (siehe **Kapitel 8.9** auf Seite 58) von aufsteigenden alten Tiefenwässern mit jüngeren Wässern hin, was ebenfalls eine Erklärung für die höhere mittlere Temperatur sein könnte.

Aus **Abbildung 10** auf Seite 39 ist ersichtlich, dass die Ergebnisse dieser Arbeit bzgl. Temperaturtrends regional im Großteil mit den vorhandenen Ergebnissen der Studie über Grundwasser (SCHARTNER & KRALIK, 2011) übereinstimmt.

Ähnlich wie die hydrologischen Parameter ändern sich auch die verschiedenen hydrochemischen Parameter in dem untersuchten Zeitraum unterschiedlich.

Bei der Durchführung der linearen Trendanalyse zeigte sich für viele Quellen, dass für einige GZÜV-Parameter entweder zu wenige Messwerte vorhanden waren (**Abbildung 58** auf Seite 120) oder dass die Messwerte unter der Bestimmungsgrenze lagen, was bei der graphischen Darstellung dieser Parameter gut erkennbar ist (**Abbildung 60** auf Seite 121).

Aus diesem Grund wurden die in **Tabelle 12** aufgelisteten GZÜV-Parameter bzw. aus diesen berechnete hydrochemische Verhältnisse bei der Trendanalyse nicht berücksichtigt.

Tabelle 12: Bei der Trendanalyse nicht berücksichtigte GZÜV-Parameter und aus den GZÜV-Parametern berechnete und bei der Trendanalyse nicht berücksichtigten **Verhältnisse**

GZÜV-Parameter	Verhältnis
Kalium	Na/Cl
Eisen	Na/K
Natrium	Cl/NO ₃
Mangan	Cl/SO ₄
Bor	Cl/(NO ₃ +SO ₄)
Ammonium	(Ca+Mg)/(Na+K)
Chlorid	HCO ₃ /(Cl+SO ₄)
Orthophosphat	
DOC	
AOX	
Tetrachlorethen	
Trichlorethen	
Atrazin	
Desethylatrazin	
Zink	
Kupfer	

Für die hydrologischen und hydrochemischen Parameter, bei denen die Trendanalyse auswertbar war, konnten einige Zusammenhänge in der Trendänderung festgestellt werden:

- Die Änderung der Quellschüttung kann eine erhebliche Änderung in der Quellwassertemperatur verursachen, wie es z.B. bei der Aubachquelle in Vorarlberg der Fall ist (vergleiche **Abbildung 34** von Seite 97 mit **Abbildung 36** von Seite 99). In dem Einzugsgebiet der Aubachquelle ist die mittlere Jahresniederschlagsmenge zwischen 1987 und 2007 um ca. 400 mm gesunken. Die extreme Niederschlagsänderung hat als Folge einen auffälligen Rückgang in der Quellschüttungsmenge, was wiederum zu einer ausgeprägten Erhöhung der Quellwassertemperatur geführt hat. Zwischen 1992 und 2012 ist die Wassertemperatur der Aubachquelle um 2,4 °C gestiegen
- Durch Zuflüsse von wenig mineralisiertem Wasser bzw. kühles und rasch eindringendes Niederschlagwasser kann die chemische Zusammensetzung und die Temperatur des Quellwassers schwanken bzw. stark beeinflusst werden. Parallel dazu kann es zu einem Verdünnungseffekt kommen. Das bedeutet, dass in den meisten Fällen dieses Phänomen zur Senkung der elektrischen Leitfähigkeit und zur Senkung der Konzentration einiger Wasserinhaltsstoffe führt.
- Chemische Reaktionen können exo- bzw. endotherm sein, d.h. durch Ablauf dieser Reaktionen wird Energie in Form von Wärme an die Umgebung freigesetzt bzw. aus der Umgebung entzogen. Diese Reaktionen können durch Mikroorganismen verursacht bzw. ausgelöst werden, wie es z.B. bei der Windener Quelle vermutet wird.
- In Ausnahmefällen, wie z.B. bei der Windener Quelle vermutet, können verschiedene anthropogene Einflüsse, z.B. durch landwirtschaftliche Tätigkeit bzw. Eingriffe in die Vegetation, ebenfalls die Temperatur des Grundwassers bzw. dessen hydrologische und hydrochemische Eigenschaften beeinträchtigen.

Es wird vermutet, dass bei Erhöhung der Wassertemperatur die Aktivität der aquatischen Mikroorganismen angeregt wird. Durch Zunahme der biochemischen Prozesse, welche im Wasser ablaufen, sinkt der Sauerstoffgehalt des Wassers.

Der Schwerpunkt dieser Arbeit war es, die Entwicklung der Temperatur und der hydrochemischen Parameter österreichischer Quellen zu untersuchen. Die Ursache, warum die einzelnen Parameter bei verschiedenen Quellen unterschiedliche Trendentwicklung erfahren, kann nur durch Einzeluntersuchungen festgestellt werden. Generell kann bei der einzelnen Quelle die Änderung der verschiedenen Parameter auf mehrere direkte, indirekte, anthropogene oder natürliche

Einflussfaktoren zurückgeführt werden, welche stationstypische bzw. sehr kleinräumige Einflussfaktoren sein können. Diese Faktoren überlagern sich meistens und es ist unmöglich zu bestimmen, welche dieser Faktoren am stärksten diese Änderungen hervorrufen (SCHARTNER & KRALIK, 2011). Ohne weitere Untersuchungen ist es unmöglich, ein allgemeines Gesetz für die Trendentwicklung der Parameter festzulegen.

Ein Faktor, der es erschwert, ein Gesetz für die Trendentwicklung der Parameter festzulegen, ist die Tatsache, dass es durch verschiedene gesetzliche und technische Maßnahmen zum Gewässerschutz über die vergangenen Jahre zu einer deutlichen Verbesserung der Wasserqualität im Grundwasser kam und *„die anthropogenen Einflüsse auf die Qualität von Wasserkörpern (Verschmutzung und Sanierung) erfolgten in der Vergangenheit wesentlich rascher als sich klimatische Rahmenbedingungen verändert haben“* (ZAMG & TU Wien, 2010) (ZAMG & TU Wien, 2011).

So kann zum Beispiel der im Mittel um -5 mg/L fallende Sulfatgehalt im Quellwasser von ca. der Hälfte der Quellen wesentlich auf den sinkenden Trend des Sulfatgehaltes im Niederschlagwasser erklärt werden, was auf eine bessere Luftreinigung zurückzuführen ist.

7. Schlussfolgerungen

Es bleiben jede Menge offener Fragen: Z.B.: Warum erwärmt sich die Quellwassertemperatur nur um die Hälfte des Lufttemperaturanstiegs? Es sollte z.B. untersucht werden wie die Quellwassertemperatur durch die Niederschlagstemperatur bzw. durch die Verweilzeit des Quellwassers beeinflusst wird. Die Auswirkungen der mikrobiologischen Prozesse auf die Entwicklung der verschiedenen hydrochemischen Parameter müssten ebenfalls besser erforscht werden.

Wie man aus den Messdaten sehen kann, ist die Grundwassersituation von den lokalen Verhältnissen abhängig. Daher kann man heute noch keine detaillierte Prognose über die Änderung der Grundwasserstände an einzelnen Messstellen abgeben.

Durch den wahrscheinlichen Zusammenhang der Grundwassertemperatur mit der Lufttemperatur ist jedoch künftig eine weitere Erhöhung der Quellwassertemperatur wahrscheinlich (ZAMG & TU Wien, 2010) (ZAMG & TU Wien, 2011). Um aber für Veränderungen im Zusammenhang mit dem Klimawandel langfristige Trendanalysen durchführen zu können, sind sehr lange Zeitreihen und detaillierte Messungen notwendig.

Bei viermaligen saisonalen Temperaturmessungen kann bei der GZÜV-Messreihe noch der Jahresmittelwert und ein eventueller Trend nachvollzogen werden. Bei zweimaliger Probenahme ist dies nicht mehr möglich. Wenn jährlich nur 2 GZÜV-Messungen durchgeführt werden, könnten die positiven bzw. negativen Spitzenwerte oft nicht mehr erfasst werden (siehe Ende der Messreihe **Abbildung 11 auf Seite 45**), was zur Verfälschung der Trendanalyse führen kann.

Bei Messstellen mit relativ vielen Ausreißern, wie dies z.B. bei den GZÜV-Messungen der Friedlbrunn Quelle der Fall ist (**Abbildung 12 auf Seite 45**), sollten zusätzliche Qualitätskontrollen durchgeführt werden, um die Ursachen für die Fehlmessungen zu eliminieren.

Fakt ist, dass der Klimawandel erhebliche Änderungen in der Hydrologie verursacht. Das Ausmaß dieser zu erwartenden klimabedingten Änderungen kann beim heutigen Stand der Wissenschaft und Technik nicht vorausgesagt werden. Wenn der Klimawandel eine exponentielle Änderung erfahren würde, ist durch Überlagerung der verschiedenen Einflussfaktoren eine exponentielle Änderung im Trend der verschiedenen hydrologischen und hydrochemischen Parameter ebenfalls nicht auszuschließen (KERNAN, BATTARBEE & MOOS, 2010).

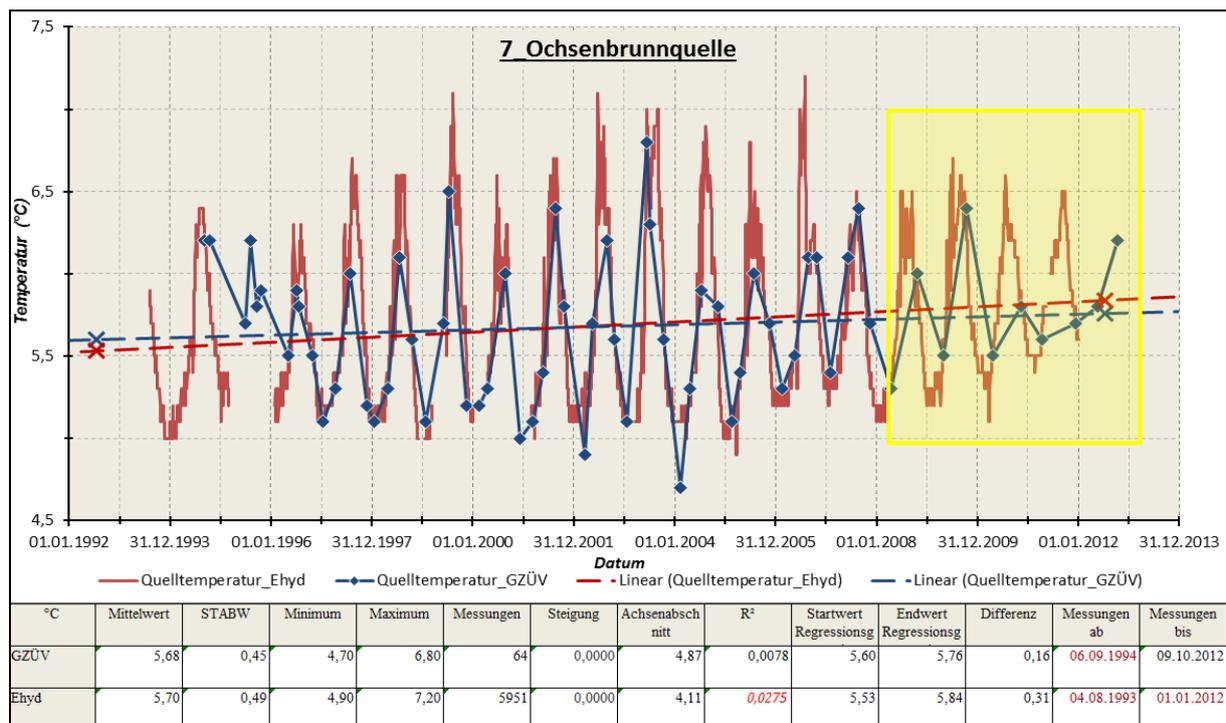


Abbildung 11: Bei jährlich nur 2 GZÜV-Messungen werden die **Spitzenwerte** oft nicht mehr erfasst (Daten innerhalb des gelben Rahmens am Ende der Messreihe).

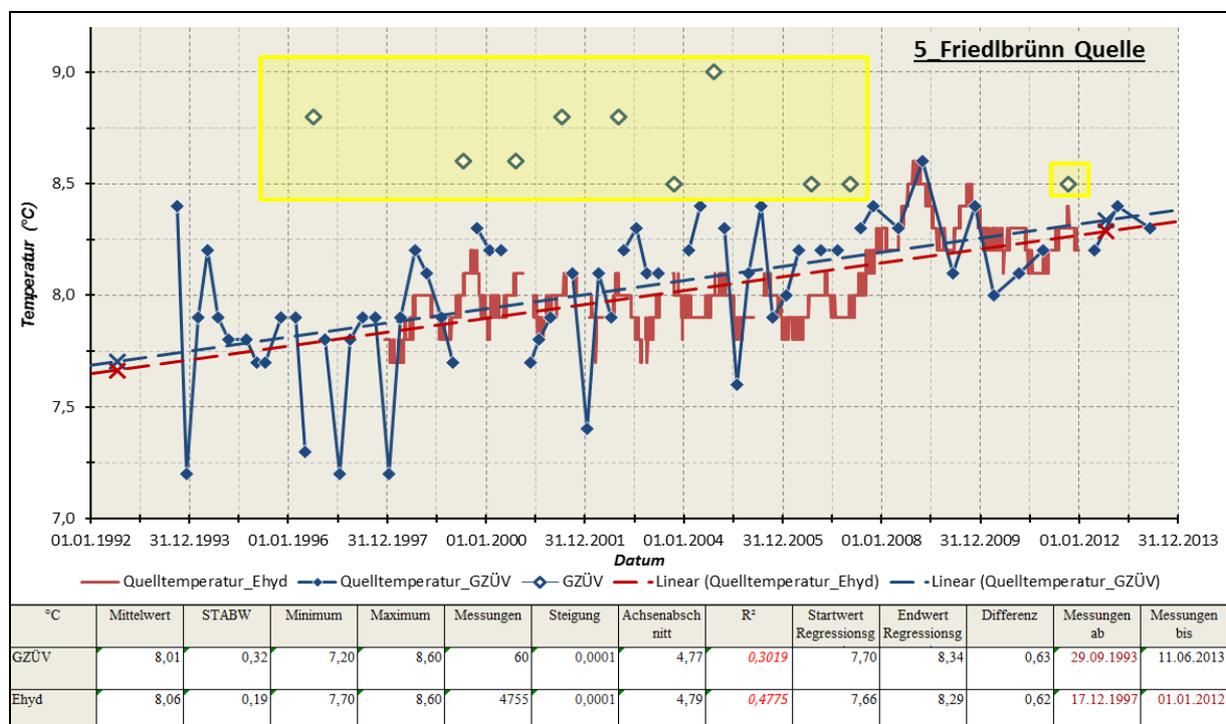


Abbildung 12: Messstellen mit relativ vielen **Ausreißern:** Die Temperaturmessungen wurden wahrscheinlich nicht direkt vor Ort unmittelbar nach der Probenahme durchgeführt (Daten innerhalb des gelben Rahmens).

Teil B

8. Die Windener Quellen

8.1. Lage

Die Windener Quellen liegen im Burgenland ca. 1 km nordwestlich von dem Ort Winden am See, im Bezirk Neusiedl. Die Austritte befinden sich in einer Mulde zwischen dem Leithagebirge und dem Hackelsberg (**Abbildung 13**).

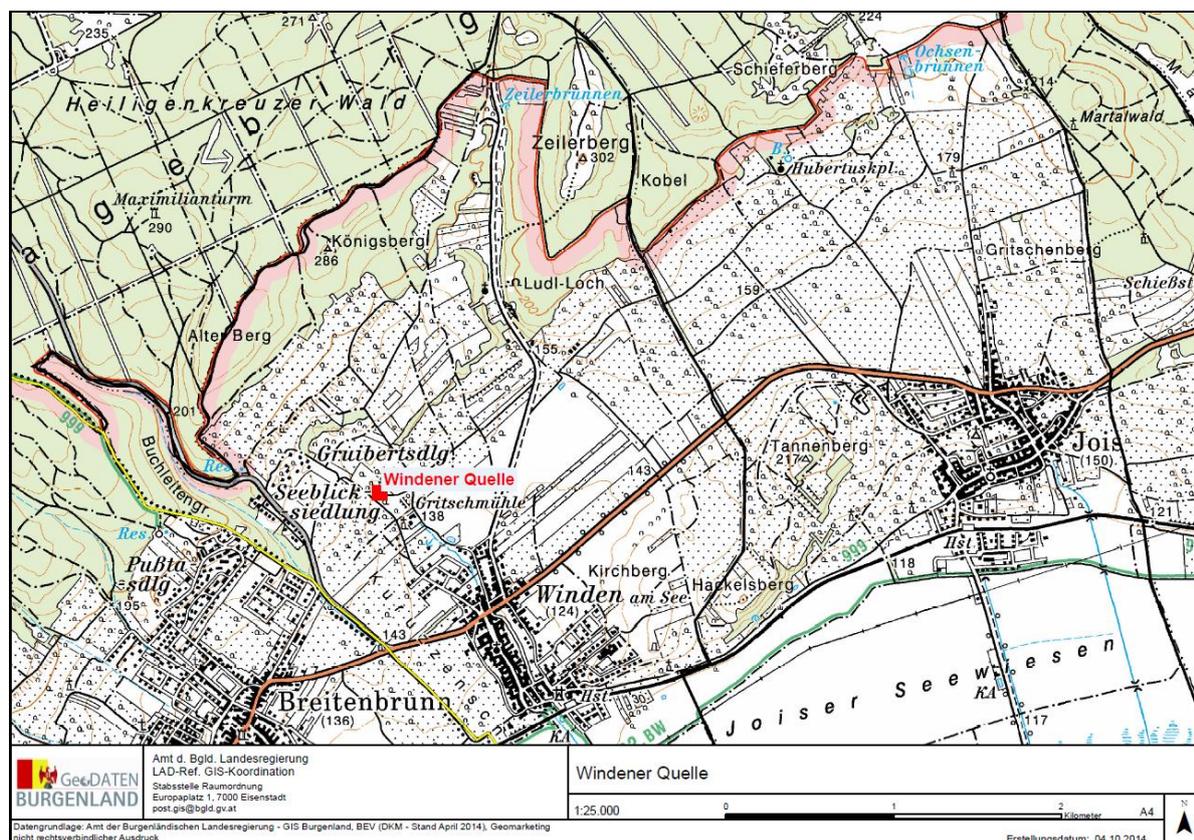


Abbildung 13: Geographische Lage der Messstelle **Windener Quelle**

8.2. Nutzung

„Die Quelle wurde im Auftrag einer ARGE für die Planung und den Bau der Gruppenwasserversorgung Nördliches Burgenland, dem Vorgänger des Wasserleitungsverbandes Nördliches Burgenland, gefasst und speist in dessen Versorgungsnetz ein. Ursprünglich war geplant, drei aufsteigende Quellen, „Waller“ genannt, zusammenzufassen. Man rechnete mit einer Gesamtschüttung von ca. 50 L/s. Gemeinsam gefasst wurden aber nur zwei Grundwasseraustritte in einer räumlichen Entfernung von ca. 30 m, auf die Einbindung der dritten Quelle ungefähr 400 m in südöstlicher Richtung wurde verzichtet“ (BMLFUW-ABTEILUNG WASSERHAUSHALT, 2005).

8.3. Die Messstelle Windener Quelle

Die Messstelle Windener Quelle gehört zum Quellenbeobachtungsnetz des Hydrographischen Dienstes Burgenland. In der **Tabelle 13** sind die allgemeinen Daten der Messstelle aufgelistet (BMLFUW–ABTEILUNG WASSERHAUSHALT, 2005).

Tabelle 13: Allgemeine Daten der Messstelle **Windener Quelle (BMLFUW–ABTEILUNG WASSERHAUSHALT, 2005)**

Messstelle:	Windener Quelle
HZB-Nummer:	396010
Vorfluter:	Windener Bach
Gebirgsgruppe:	2911 Leithagebirge und östliches Vorland
Grundwasserkörper:	Leithagebirge (LRR)
Errichtet:	1. August 1999
Dienststelle:	HD-Burgenland
Messstellenbetreiber:	WLV Nördliches Burgenland
Höhenangaben [m ü.A.]:	143,00 (Geländehöhe-Hauptquelle)
Geographische Koordinaten:	Referenzellipsoid: Bessel 1841
<i>Länge (Grad, Min, Sek):</i>	16 44 45
<i>Breite (Grad, Min, Sek):</i>	47 57 33
Quellart:	Karstquelle
Nutzung:	Wasserversorgung, GZÜV-Messstelle
Gemessene Parameter:	Schüttung Leitfähigkeit Temperatur Trübung
Schüttungsbereich, [L/s]:	9 ÷ 17
Messgeräte:	Fa. Logotronic

Die Messeinrichtung der Messstelle Windener Quelle ist folgenderweise ausgebaut (**Abbildung 14**):

- Oberhalb des Messwehrs wird der Wasserstand mittels Drucksonde gemessen und durch einen Lattenpegel überprüft.
- Die Schüttung wird mit Hilfe eines Dreieckswehrs ermittelt.
- Die Leitfähigkeit und die Wassertemperatur über eine Sonde im Quellbecken erhoben.
- Die Trübungssonde wurde separat im Ablauf positioniert. Sie verfügt über einen eigenen Zulauf direkt vom Quellbecken.
- Die Energieversorgung erfolgt über das örtliche Stromnetz.

(BMLFUW – ABTEILUNG WASSERHAUSHALT, 2005)

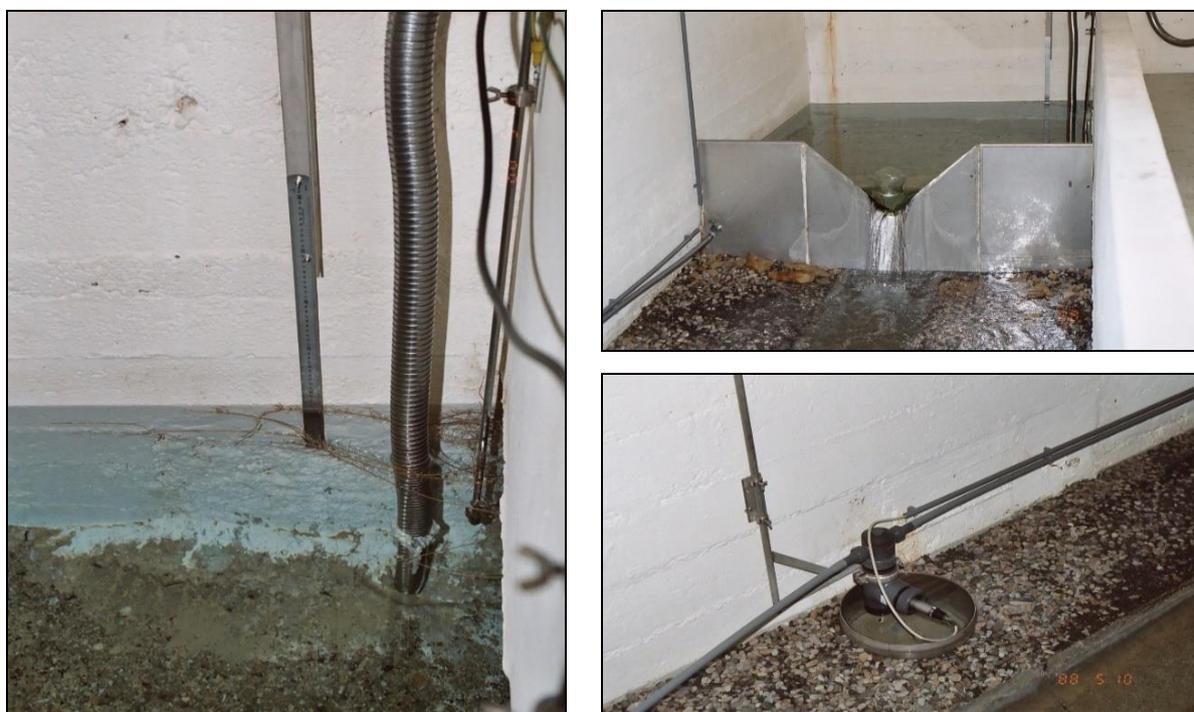


Abbildung 14: Die **Messeinrichtung** Windener Quelle (**Foto:** Dipl.-Ing. Mag. Jutta Eybl, BMLFUW-Abt. Wasserhaushalt, 2003)

Nach verschiedenen Literaturangaben haben die drei „Wallerquellen“ zusammen eine Schüttung von ca. 50 L/s (BMLFUW–ABTEILUNG WASSERHAUSHALT, 2005) (HÄUSLER et al., 2010), von diesen werden aktuell zwischen 9 und 17 L/s für Trinkwasser erfasst (BMLFUW–ABTEILUNG WASSERHAUSHALT, 2005).

8.4. Klima des Untersuchungsgebietes

Das Untersuchungsgebiet befindet sich in der trockensten und wärmsten Region Österreichs, geprägt durch das Pannonische Klima mit viel Sonneneinstrahlung, heißen Sommern und kalten Wintern.

In den einzelnen Teilen des Einzugsgebietes weichen die Größe der verschiedenen Wasserhaushaltsparameter wie Niederschlag und Verdunstung voneinander ab (KOPECNY, 2006).

Das Untersuchungsgebiet weist geringe Jahresniederschläge zwischen 500 und 700 mm auf. Frühere Untersuchungen zeigen, dass der Schnee als Niederschlagsspeicher in dem Gebiet keine Rolle spielt (BOROVICZÉNY et al., 1992).

Verschiedene Wasserbilanzstudien in der Region haben eine Jahresevapotranspirationsrate von etwa 85 bis 90 % ergeben, was darauf hindeutet, dass der Wasserhaushalt des gesamten Gebietes durch Evapotranspiration dominiert wird, welche teilweise stark vom Vegetationsstand beeinflusst wird (BOROVICZÉNY et al., 1992) (SOJA et al., 2013).

8.5. Morphologie des Quelleinzugsgebietes

Das Untersuchungsgebiet (**Abbildung 13 auf Seite 47**) liegt zwischen einer Höhenlage von ca. 140 bis 302 m ü.A. (Zeilerberg). Die heutige Morphologie des Gebietes wurde hauptsächlich im Quartär ausgebildet, in welchem sich Tiefen- und Seitenerosionen mit Akkumulationsphasen abgewechselt haben, wodurch sich Schuttströme und Terrassen entwickelt haben.

Die Morphologie wird heutzutage manchmal noch durch anthropogene Einwirkungen nachhaltig verändert. Das Einzugsgebiet der Windener Quellen wird von Wald und Weingärten bedeckt und Richtung Tal von Getreidefeldern abgelöst. Auf den landwirtschaftlich verwendeten Flächen finden oft starke Bodenerosionen statt (BOROVICZÉNY et al., 1992).

8.6. Böden des Quelleinzugsgebietes

Durch die einzigartigen klimatischen Bedingungen der Region und den vielfältigen geologischen Untergrund wurden in dem Untersuchungsgebiet verschiedene Bodentypen ausgebildet (**Abbildung 15**).

Die Lage der in dem Quelleinzugsgebiet durchgeführten vier Bodenbohrungen ist in **Abbildung 15** gekennzeichnet. Die Stamtblätter bzw. die detaillierte Bodenprofilbeschreibung der Bohrungen befinden sich im Anhang in **Tabelle 18** bis **Tabelle 25** (Seite 101 bis 106).

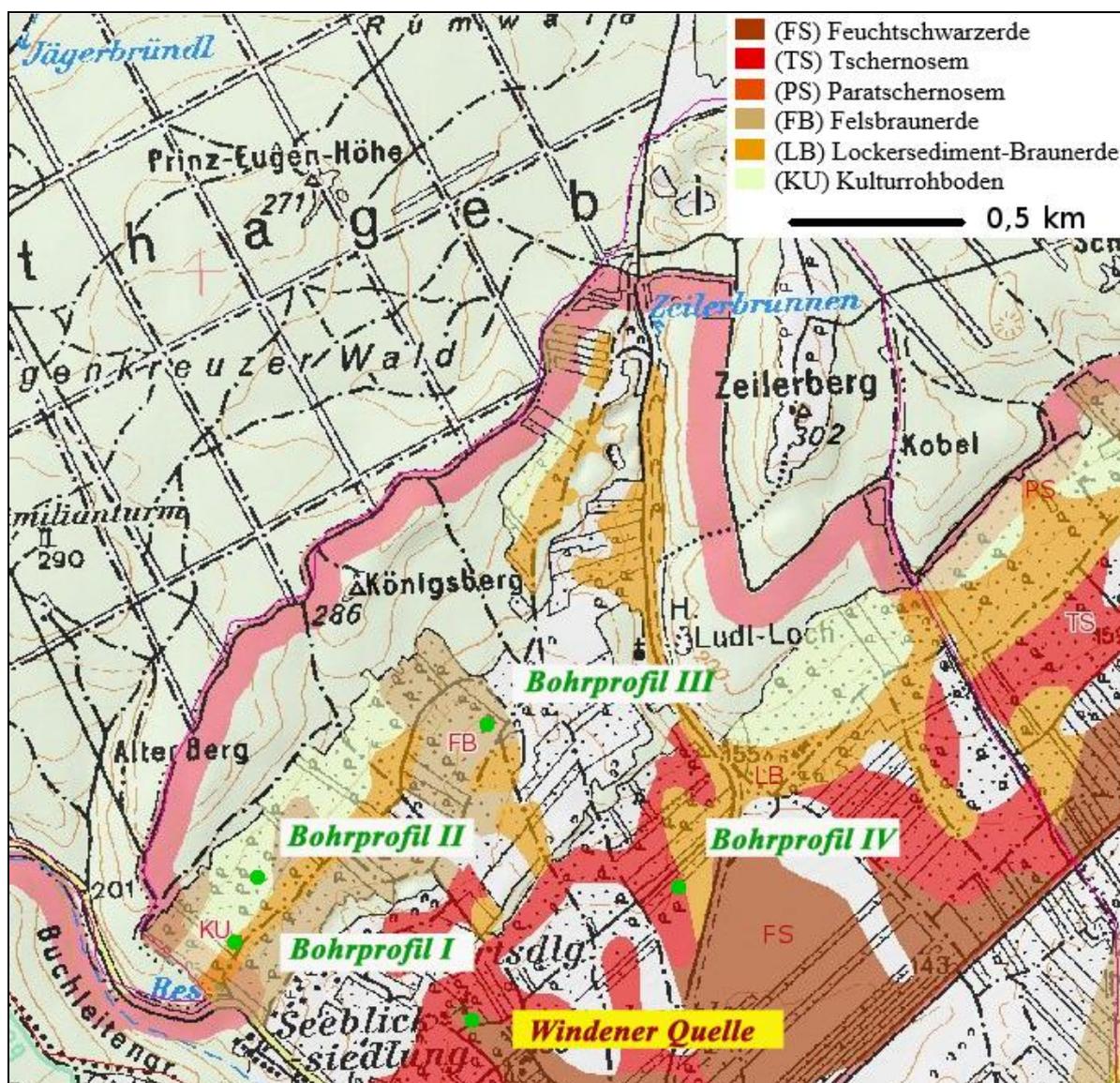


Abbildung 15: Lage der Bodenbohrprofile auf der **Bodenkarte** des Einzugsgebietes der Windener Quellen (BMLFUW, 2014)

Die Bodenbohrprofile der Bohrungen sind in der **Abbildung 16** dargestellt. Aus den Bohrprofilen ist ersichtlich, dass es sich um einen starkdurchwurzelten, teilweise verwitterten, mittelporösen Boden handelt, mit mäßigem Grobanteil aus Kalkschutt bzw. aus Leithakalkbrocken.

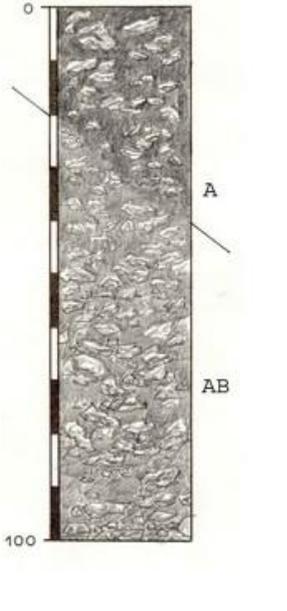
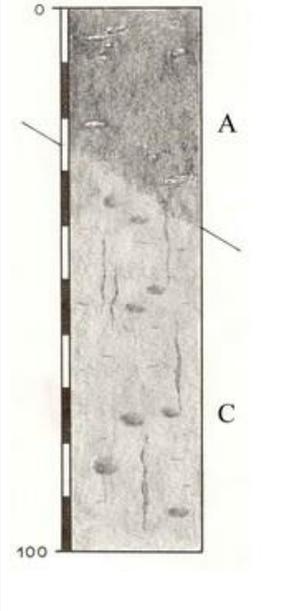
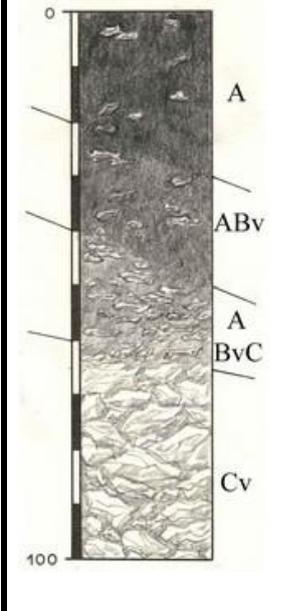
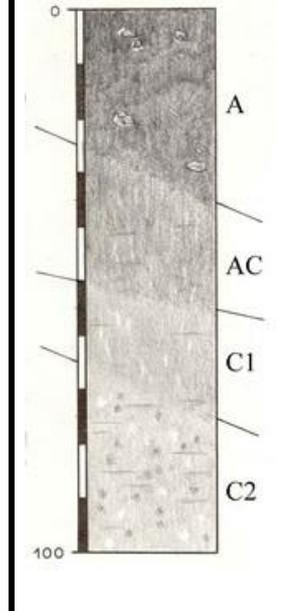
Bohrprofil I	Bohrprofil II	Bohrprofil III	Bohrprofil IV
Profil-Nr. 90069	Profil-Nr. 90076	Profil-Nr. 90067	Profil-Nr. 90063
Entfernung zur Messstelle: 850 m	Entfernung zur Messstelle: 870 m	Entfernung zur Messstelle: 960 m	Entfernung zur Messstelle: 800 m
47,960444 ° N	47,9663236 ° N	47,967896 ° N	47,962157 ° N
16,733675 ° E	16,734936 ° E	16,746222 ° E	16,753883 ° E
			
A	oberster Mineralbodenhorizont, der durch sichtbaren Humus rel. dunkler gefärbt ist		
B	Verwitterungshorizont oder Anreicherungshorizont		
Bv	B-Horizont mit Verwitterung (Oxydation), z.T. mit deutlicher Verlehmung		
C	Ausgangsmaterial, aus dem der Boden entstanden ist (Muttergestein)		
Cv	angewitterter, oft stark quellender Teil des C-Horizontes		
D	unterlagerndes Material, das an der Bodenbildung nicht beteiligt ist ("Fremdmaterial" oder Grundgestein)		

Abbildung 16: Bodenbohrprofile von in der Nähe der **Windener Quellen** durchgeführten Bohrungen (BMLFUW, 2014)

Bedingt durch die geologische Inhomogenität variiert auch die Speicherkapazität des Untergrundes (BOROVICZÉNY et al., 1992). In **Abbildung 17** sind die Bodenwasserverhältnisse in dem Quelleinzugsgebiet abgebildet.

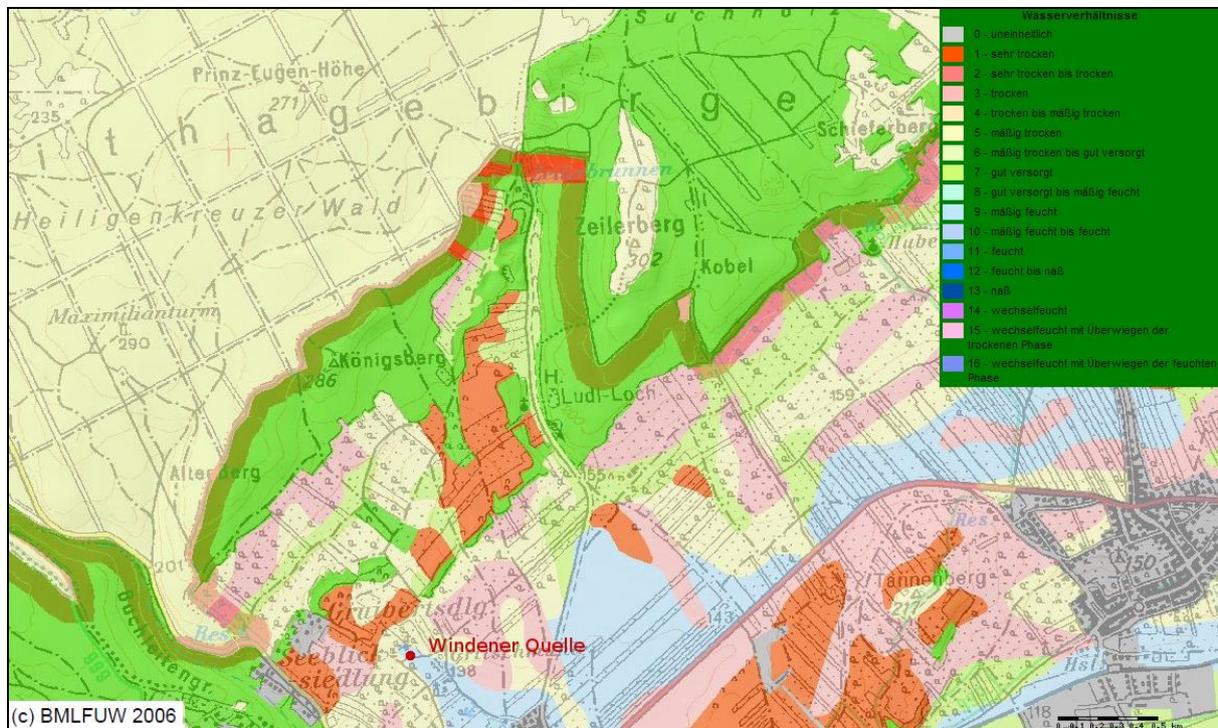


Abbildung 17: Bodenwasserverhältnisse des Einzugsgebietes der **Windener Quellen** (BMLFUW, 2014)

8.7. Geologie des Quelleinzugsgebietes

Die Windener Quellen liegen am Südosthang des Leithagebirges in der Nähe des Neusiedler Sees. Für ein besseres Verständnis der hydrogeologischen bzw. geologisch-tektonischen Modellvorstellung des potenziellen Quelleinzugsgebietes wird zuerst die Geologie des Leithagebirges betrachtet.

Das Leithagebirge mit einer Höhe über der Adria zwischen 118 und 484 m erstreckt sich, Bundesländerübergreifend, von SW nach NE über 34 km und hat eine maximale Breite von 9 km. Es wird als der östliche Ausläufer der Zentralalpen angesehen und bildet eine Wasserscheide zwischen dem südlichen Wiener Becken und dem nordwestlichen Teil des Neusiedlersee-Beckens bzw. der kleinen ungarischen Tiefebene.

Im NW grenzt es an das südliche Wiener Becken und im SE an den Neusiedler See, „wobei geologisch eine Untergrundfortsetzung der abtauchenden Neogenkarbonate bis in den Seewinkel durch Kohlenwasserstoff-Bohrungen nachgewiesen wurde. Im Süden liegt die Grundwasserkörper-Gruppe Wulkataf“ (UMWELTBUNDESAMT, 2014).

Das Leithagebirge ist durch einen kristallinen Kern aus tiefgründig verwittertem Glimmerschiefer charakterisiert, welcher mit Resten von mesozoischer Bedeckung in Form von vereinzelt Vorkommen von Konglomeraten, Quarziten, Rauhacken, Kalken und Dolomiten umhüllt ist. Diese bilden zusammen das Grundgebirge auf welchem im Jungtertiär hauptsächlich Transgressionssedimente wie Kalksandsteine, detritäre Kalke und Algenkalke abgelagert wurden. Man bezeichnet diese Sedimentgesteine im allgemeinen als Leithakalk. Gebietsweise sind in dem Kalk Mergellagen und Karsterscheinungen zu beobachten. In tieferen Lagen Richtung Neusiedler See, am Fuß der Leithagebirges befinden sich pannonische Schotter, Sande, Mergel und Tone (BOROVICZÉNY et al., 1992) (KOPECNY, 2006).

In **Abbildung 18** auf Seite 55 wurde die geologische Karte des Quelleinzugsgebietes dargestellt und die dazugehörigen lithologischen Einheiten wurden in **Tabelle 14** zusammengefasst.

Tabelle 14: Erläuterung zum geologischen Kartenausschnitt (HERMANN, PASCHER & PIOSTOTNIK, 1993)

Nr.	Lithologische Einheit	
1	anthropogene Ablagerung	Quartär
2	lehmig-sandig-schotterige Ablagerung lokaler Gerinne (<i>Postglazial bis Jungpleistozän</i>)	Quartär
4	Hangschutt	Quartär
8	Löß, Lößlehm und -Sand (meist <i>Würm</i>)	Quartär
18	Tonmergel, Sand, Schotter, Ton, nicht differenziert (<i>Pannonium</i>)	Tertiär
19	Tonmergel (<i>Pannonium</i>)	Tertiär
20	Ton (<i>Pannonium</i>)	Tertiär
23	Tonmergel, Sand, Schotter, Kalk, nicht differenziert (<i>Sarmatium</i>)	Tertiär
25	Sand, Sandstein (<i>Sarmatium</i>)	Tertiär
27	Kalk, detritärer Leithakalk (<i>Sarmatium</i>)	Tertiär
28	Tonmergel, Sand, Schotter, Kalk, nicht differenziert (<i>Badenium</i>)	Tertiär
29	Tonmergel (<i>Badenium</i>)	Tertiär
31	Sand, Sandstein (<i>Badenium</i>)	Tertiär
32	Leithakalk (<i>Badenium</i>)	Tertiär
34	dunkler Dolomit (<i>Mitteltrias</i>)	Unterostalpin
35	Sericitschiefer (<i>Alpiner Röt</i>) und Rauhacke (<i>Skythium-Anisium</i>)	Unterostalpin
36	Semmeringquarzit	Unterostalpin
40	Chlorit-Sericit-Biotit-Quarzit(schiefer)	Unterostalpin
41	(Chlorit-)Hellglimmerschiefer	Unterostalpin
42	Chlorit-Biotit-Hellglimmerschiefer	Unterostalpin

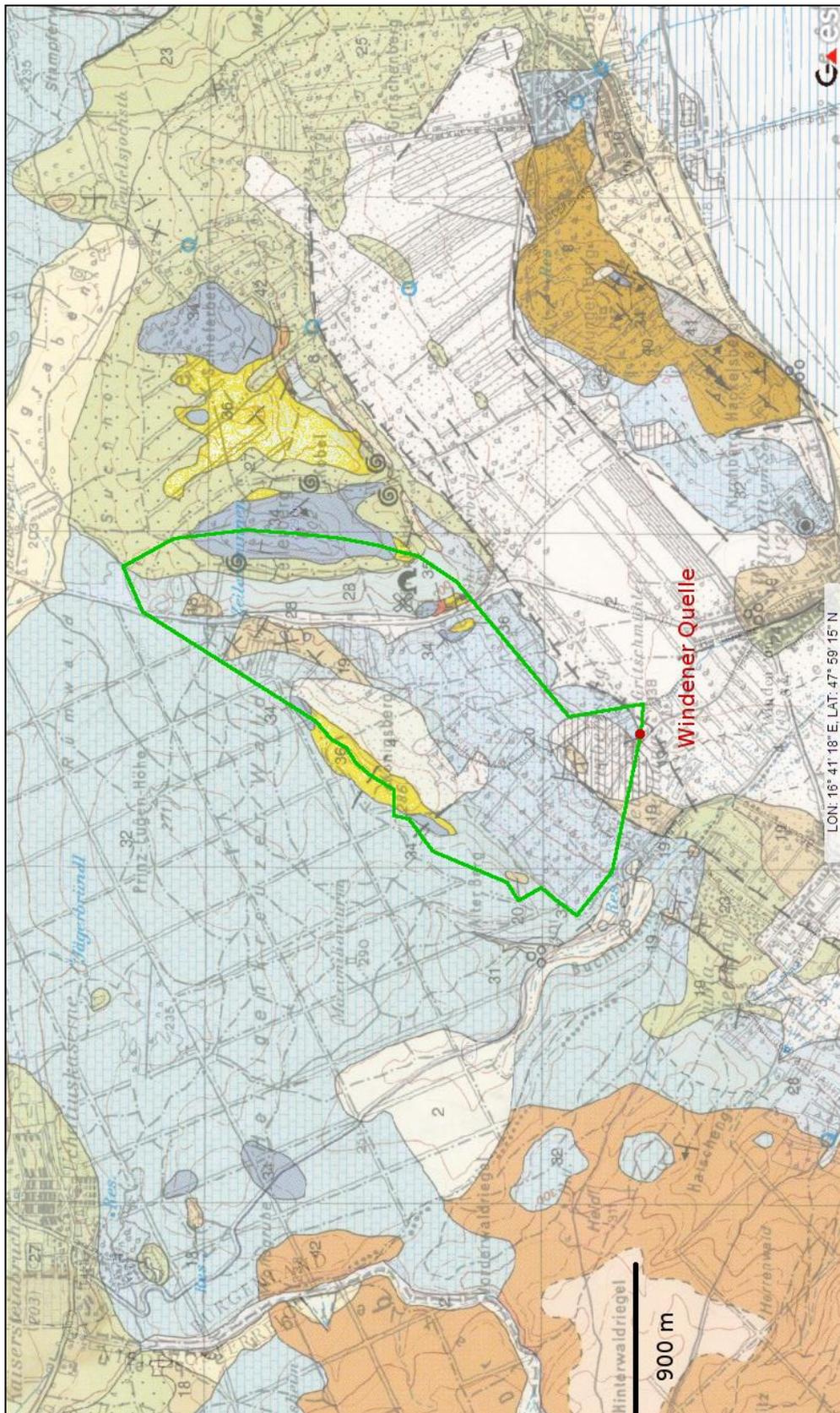


Abbildung 18: Geologische Karte (HERMANN, PASCHER & PIOSTOTNIK, 1993) des orographischen Einzugsgebietes der **Windener Quellen** (grüner Rahmen)

8.8. Hydrogeologie des Quelleinzugsgebietes

Das Leithagebirge ist generell durch zwei unterschiedlich ausgebildete hydrogeologische Einheiten charakterisiert:

- „Festgesteine mit Trennfugendurchlässigkeit durch tektonische Zerbrechung bzw. bei kompakter und massiger oder meist geschieferter Ausbildung mit oberflächennaher Entwässerung in deren Verwitterungsschwarte“ (UMWELTBUNDESAMT, 2014).

Karbonatreiche Gesteine können gewisse Porosität bzw. Verkarstung aufweisen, verursacht durch die Lösungsvorgänge der versickernden Niederschläge.

- „Lockergesteine mit meist geringmächtigen, heterogenen und räumlich begrenzten Porengrundwasserleitern bzw. weitverbreiteten geringdurchlässigen bis dichten Feinsand-Schluff-Ton-Abfolgen“ (UMWELTBUNDESAMT, 2014).

Verschiedene Forschungsarbeiten (BOROVICZÉNY et al., 1992) (KOPECNY, 2006) haben das in **Abbildung 19** dargestellte hydrogeologische konzeptionelle Modell des hochkomplexen Einzugsgebietes ergeben.

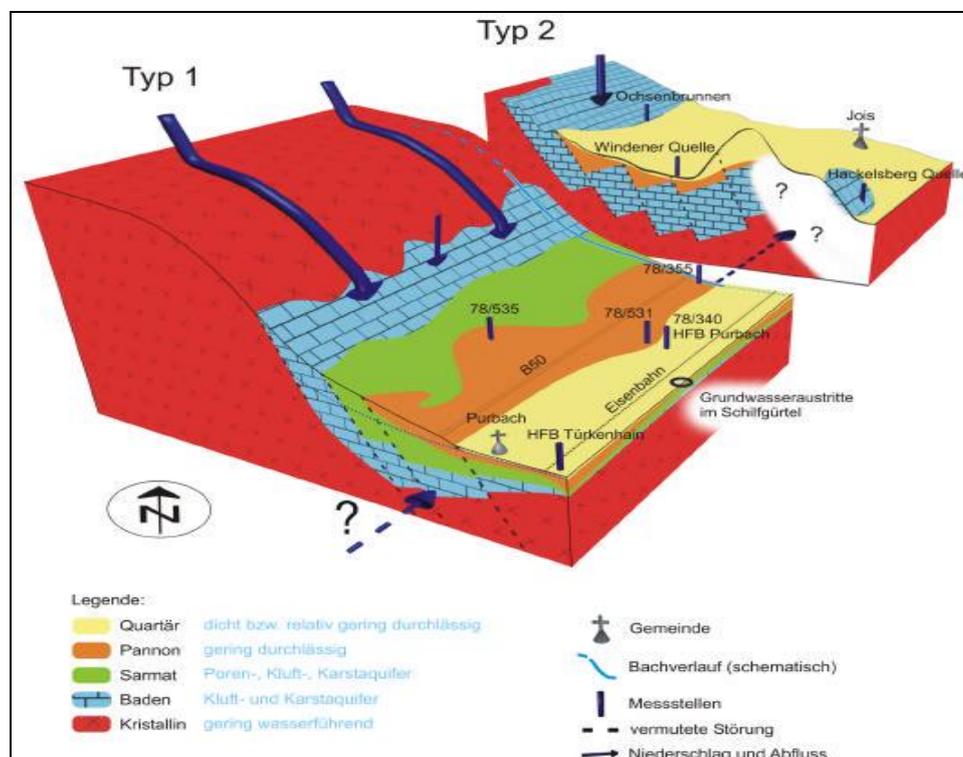


Abbildung 19: Hydrogeologisches Modell des Einzugsgebietes der Windener Quellen (KOPECNY, 2006)

Es ist Anzumerken, dass bei keiner dieser flachen Erkundungsbohrungen bis in eine Tiefe von 11 m weder Grundwasser noch wasserführende Klüfte angetroffen wurden (BIEBER & RÖMER, 2014).

8.9. Hydro- und Isotopenchemie der Windener Quelle

Bei den hydrologischen und hydrochemischen Untersuchungen, welche Mitte der 50er Jahre durchgeführt wurden, sind deutliche Unterschiede zwischen dem Chemismus und den Temperaturverhältnissen der drei Quellaustritte festgestellt worden (**Tabelle 15**) (KÜPPER, PRODINGER & WEINHANDL, 1955). Diese lassen auf verschiedene Zufuhrkanäle durch die vorhandenen Bruch- bzw. Karstsysteme aus dem Karstwasserkörper schließen (HÄUSLER et al., 2010).

Tabelle 15: Hydrologische und hydrochemische Daten der Windener Quellen aus dem Jahr 1955 (KÜPPER, PRODINGER, & WEINHANDL, 1955)

Quellenaustritt (aufsteigender Quellwasser)	Nr. I	Nr. II	Nr. III
Gesamt-Härte [°d.H.]	25,8	24,5	22,5
Kalk-Härte [°d.H.]	18,3	14,7	14,2
Magnesium-Härte [°d.H.]	7,5	9,8	8,3
Ca [mg/L]	130,85	105,11	101,53
Mg [mg/L]	32,50	42,51	35,94
Cl [mg/L]	8,86	9,22	9,93
SO ₄ [mg/L]	172	148	121,8
Alkalinität ml 0,1 nHCl/100 ml	5,44	5,46	5,54
Temperatur [°C] am			
21.05.1955	11,5	11,7	10,6
17.05.1955	11,6	11,7	10,4
15.05.1955	11,5	11,6	10,3

Durch Isotopenmessungen von ^2H (Deuterium), Tritium und $\delta^{18}\text{O}$ wurde nachgewiesen, dass es in dem Untersuchungsgebiet ein größeres hydraulisch zusammenhängendes Grundwasserreservoir gibt, das sogenannte „Windener System“ (HÄUSLER et al., 2010). Vor Errichtung der Brunnenanlage hatte die Windener Quelle eine Schüttung von ca. 30 L/s. Wenn man diese als Berechnungsgrundlage nimmt, dann folgt daraus ein Speichervolumen von 10^8 m^3 (BOROVICZÉNY et al., 1992).

Die durchschnittliche Konzentration an natürliche Tritium der Grundwasser vor den in den 1950er Jahren durchgeführten Atombombentests lag zwischen 2 und 8 TE. Durch diese Tests hat sich die Tritiumkonzentration im Niederschlag bis zu ca. 3.000 TE erhöht. Über den Niederschlag konnte somit das Tritium ins Grundwasser und damit ins Quellwasser gelangen. Seit dem Ende der Atombombentests sinkt der Tritiumgehalt in der Atmosphäre wieder kontinuierlich. Das Tritiumisotop hat eine relativ kurze Halbwertszeit von 12,4 Jahren, weswegen zurzeit die Tritiumgehalte in Mitteleuropa nur noch bei ca. 8 TE liegen.

Die Tritiumisotopenwerte der Quellwässer der Windener Quelle von 1999 betragen ca. 4 TE, **Abbildung 21** (PAPESCH & RANK, 2000). Diese Werte weisen darauf hin, dass wahrscheinlich ungefähr 50 % der Quellwässer deutlich älter als 60 Jahre sind.

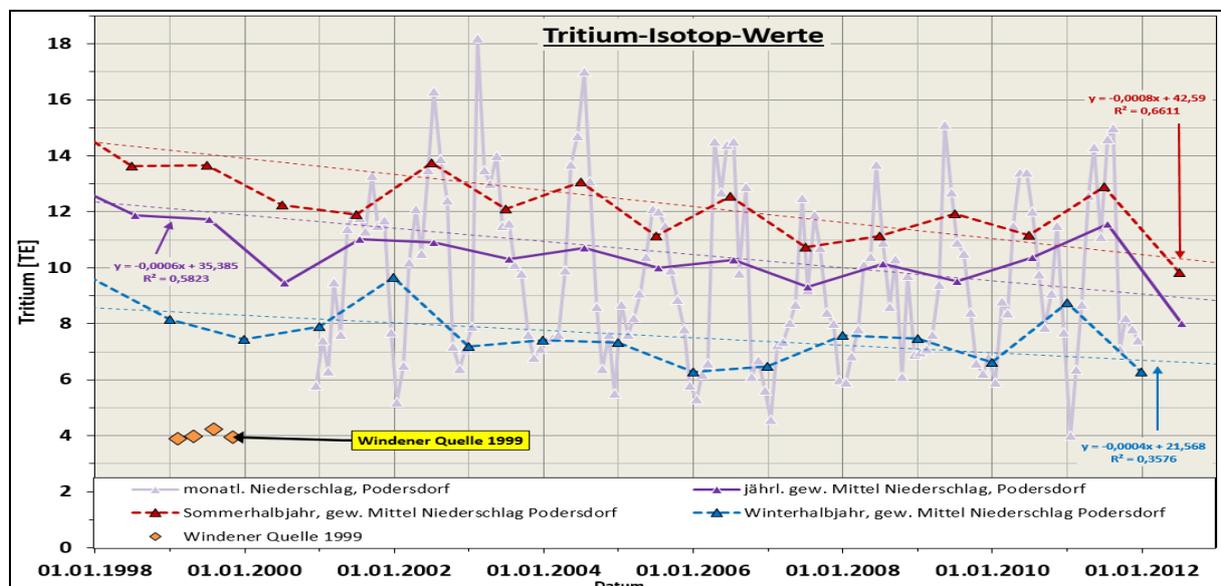


Abbildung 21: Ergebnisse der Tritiumisotopenmessungen: Die Werte der Windener Quelle von 1999 geplottet neben den Ergebnissen der Isotopenmessungen des an der meteorologischen Messstation Podersdorf gesammelten Niederschlags (1999 ÷ 2012) (PAPESCH & RANK, 2000) (KRALIK et al., 2014)

8.10. Mittlere Verweilzeit und Grundwasserneubildung

In dem Bericht (RANK et al., 1988) über die Verweilzeiten von Quell- und Grundwässer an der Westseite des Neusiedlersees, abgeschätzt aus ^3H - und ^{14}C -Messungen, wurde für die im oberen Teil des Windener Systems austretenden Quellen (z.B. Zeilerbrunnen) eine mittlere Verweilzeit von ca. 10 Jahre und für die tiefer gelegene Windener Quelle eine mittlere Verweilzeit von mehr als 100 Jahre ermittelt. In anderen Studien wird im Zusammenhang mit der Windener Quelle ein Grundwasseralter von 60 Jahren erwähnt (HÄUSLER et al., 2010).

Vorgehende Untersuchungen (BOROVICZÉNY et al., 1992) haben ergeben, dass die Grundwasserneubildungsrate in der Region niedrig ist. Der Grundwasserstand bzw. die Schüttung an der Messstelle Windener Quelle reagiert relativ langsam auf Niederschläge (**Abbildung 22**), was ein Hinweis für eine niedrige Grundwasserneubildungsrate ist (BMLFUW–ABTEILUNG WASSERHAUSHALT, 2012) bzw. durch die langen Verweilzeiten bedingt sein kann.

Eine Verjüngung der Wässer wurde bis jetzt nicht nachgewiesen, wobei anzumerken ist, dass bis jetzt relativ wenige Daten zu Verfügung stehen (BOROVICZÉNY et al., 1992).

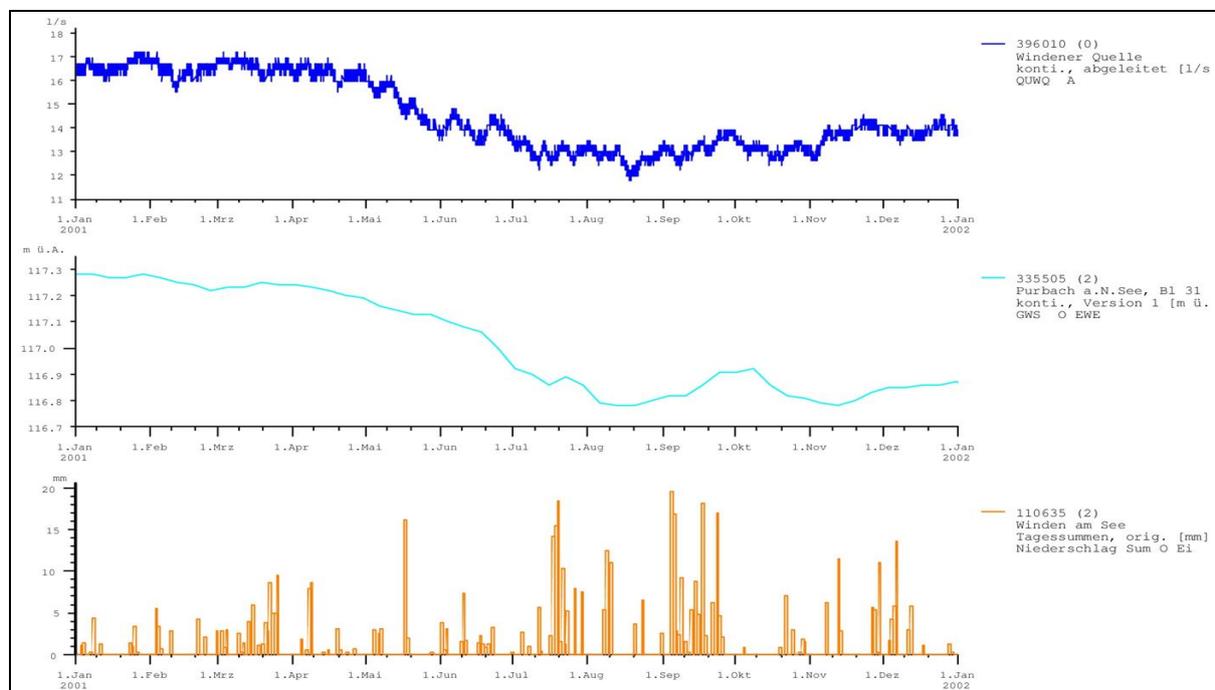


Abbildung 22: Jahresganglinien 2001: Schüttung an der Messstation Windener Quelle, Grundwasserstand Purbach und Niederschlag (Tagessummen) in Winden am See (BMLFUW – ABTEILUNG WASSERHAUSHALT, 2005)

8.11. Begehung und Erfassung der Einzugsgebiet der Windener Quelle

Auf Basis der topographischen Karte und einer Begehung samt GPS-Messungen wurde das ungefähre orographische Einzugsgebiet der Windener Quellen bestimmt und in **Abbildung 18 auf Seite 55** und in **Abbildung 23 auf Seite 62** dargestellt. Das angenommene orographische Quelleinzugsgebiet erstreckt sich über eine Fläche von ca. 3 km².

Während der geologischen und hydrogeologischen Begehung des Quelleinzugsgebietes am 28. Juni 2014 wurden einige hydrologische Vor-Ort-Messungen in dem angenommenen Einzugsgebiet durchgeführt; diese sind in der **Tabelle 16** dokumentiert. Während der Begehung gefertigte Fotos befinden sich in **Tabelle 26** bis **Tabelle 28** im Anhang (Seite 107 bis 109).

Die Quellschüttung wurde mittels Volumenfüllzeitmessung (sogenannte „Schöpfmethode“) bestimmt. Es wurde ein Messgefäß mit bekannten Volumen [L] mit dem Quellwasser aufgefüllt, dabei wurde die Zeit [s] gemessen. Aus diesen zwei Parametern wurde die Schüttung berechnet. Während der Begehung wurden auch drei naheliegende Brunnen aufgesucht. Bei zwei wurden ebenfalls hydrologische Messungen durchgeführt, bzw. es wurden Wasserproben für Isotopenmessungen entnommen. Der dritte Brunnen war zum Zeitpunkt der Begehung trocken, was möglicherweise auf die Witterungsverhältnisse zum Zeitpunkt der Begehung zurückzuführen ist. Das Wetter war sehr heiß (über 28 °C) und trocken.

Tabelle 16: Begehungsprotokoll des ungefähren orographischen Einzugsgebietes Windener Quellen am 28. Juni 2014

Nr.	Name-Messpunkt	WGS84 x	WGS84 y	Höhe (GPS) (m ü.A.)	Quellschüttung [L/s]	elektrische Leitfähigkeit [µS/cm]	Temperatur [°C]	pH	O ₂ -Gehalt [mg/L]	Bemerkung
1	Überlauf Windener Quelle	16,74464	47,95861	141	0,07	845	13,3	7,6	10,74	
2	nördliche orographische Grenze	16,74613	47,96234	166						
3	anstehender Leithakalk	16,73960	47,96748	214						Wald
4	Weingarten /Waldrand	16,73781	47,96746	223						
5	Wildfütterungsplatz 1	16,73435	47,96793	275						Wald
6	Wildfütterungsplatz 2	16,73285	47,96626	293						Wald, westliche Grenze?
7	Wasserreservoir	16,73319	47,96009	215						Straßenrand Winden-Kaisersteinbruch
8	Anstehender Leithakalk	16,74309	47,95900	159						Mittel- bis grobbankiger, gelblicher Leithakalk, anstehend: südöstlich einfallend 140/25
9	Bach südlich von Winden Abfluss Richtung Neusiedler See	16,76306	47,94317	123	14	1035	16,5	7,99	8,6	unterhalb von Winden am See
10	Ochsenbrunnen	16,78638	47,98225	209	0,2	590	11,5	7,54	9,4	
11	Pfaffa Bründl	16,77677	47,97667	192						neben Hubertuskapelle, ausgetrocknet
12	Zeiler Brunnen	16,75410	47,97966	195	0,05	838	11,2	7,5	6	Schüttung wurde nur geschätzt

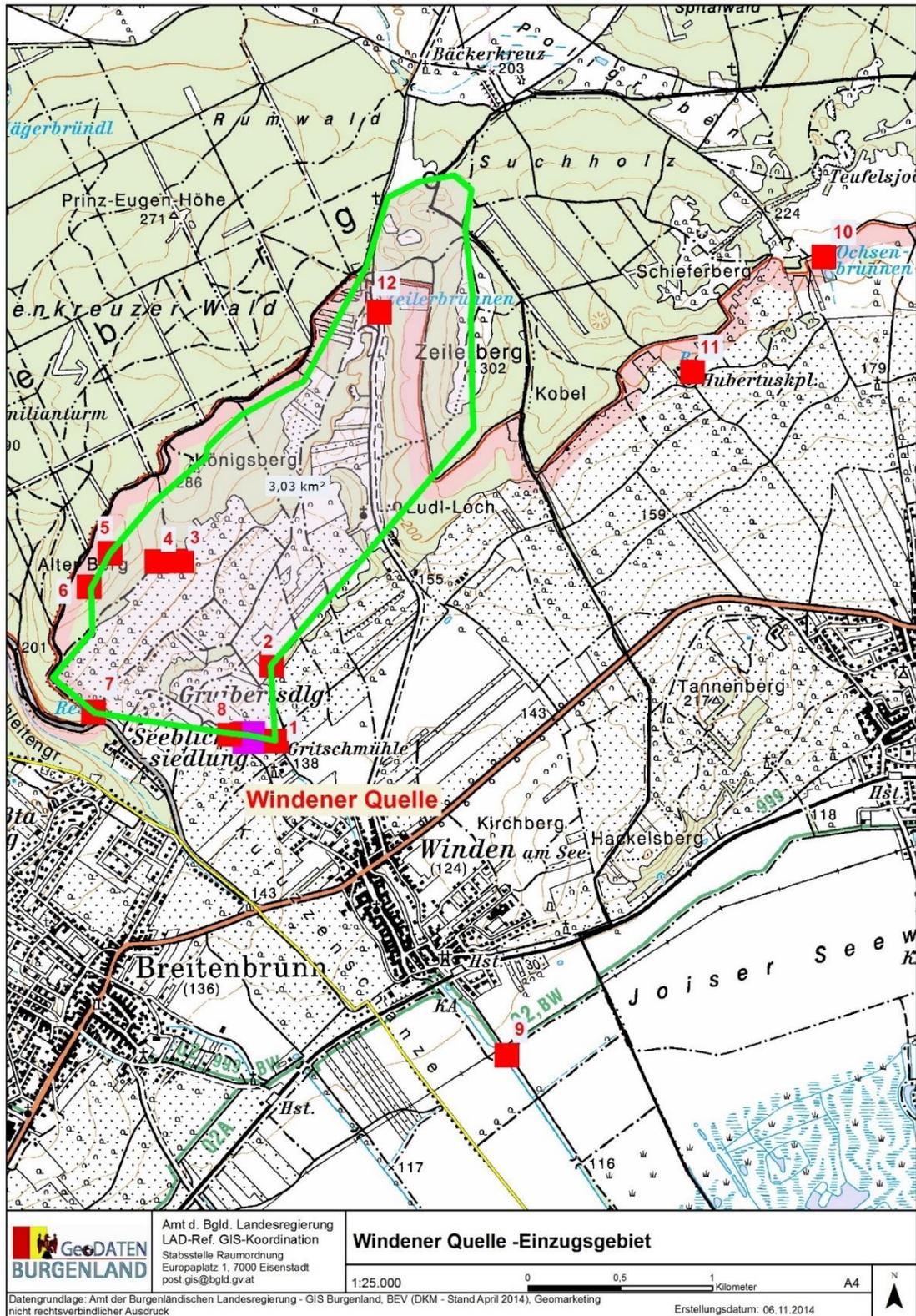


Abbildung 23: Das ungefähre orographische Einzugsgebiet der Windener Quellen. Die Messpunkte während der Begehung am 28. Juni 2014 wurden auf der Karte mit einem roten Viereck markiert und mit der Messpunktnummer aus dem Begehungsprotokoll gekennzeichnet.

8.12. Darstellung der Ergebnisse der Messstelle Windener Quelle

8.12.1. Trend der meteorologischen Daten der Region Winden am See (1987 ÷ 2013)

In der Nähe der Quellen befinden sich zwei Niederschlagsstationen am Zeilerberg (299 m ü.A.) und in Winden (125 m ü.A.). Etwa 8 km entfernt von der Quelle befindet sich in Neusiedl am See (135 m ü.A.) eine meteorologische Station.

In **Abbildung 24** und **Abbildung 25** (Seite 64) sind die Jahresmittelwerte der meteorologischen Daten der Niederschlagsstationen Zeilerberg, Winden bzw. der meteorologischen Station Neusiedl am See zwischen 1987 und 2007 dargestellt. Die Entwicklung der meteorologischen Daten in der Region Winden am See während des untersuchten Zeitraumes sind tabellarisch unter den Abbildungen zusammengefasst.

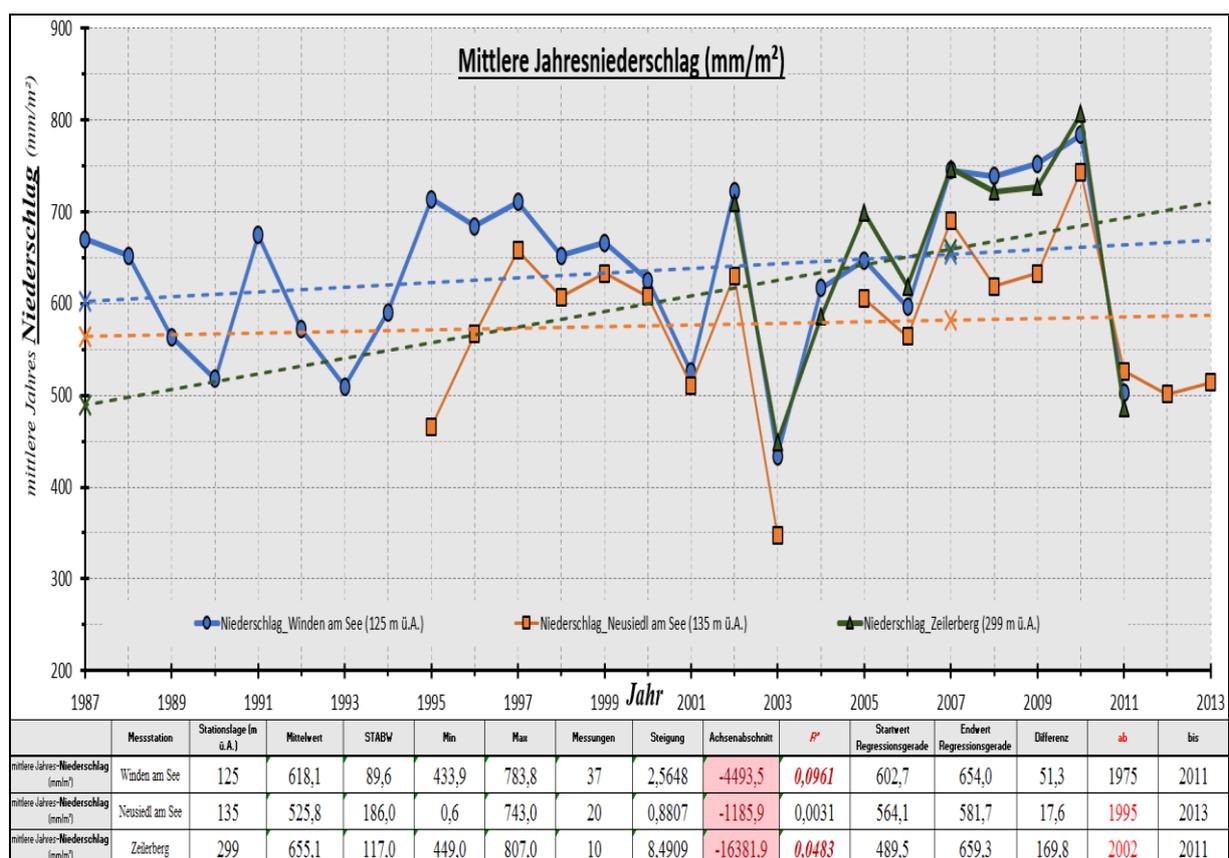


Abbildung 24: Mittlere Jahresniederschläge (mm/m²) in der Region **Winden am See, **Neusiedl am See** und **Zeilerberg** (Startwert Regressionsgerade: 1987, Endwert Regressionsgerade: 2007) (ZAMG, 2014) (HYDROGRAPHISCHER DIENST IM ÖSTERREICH, 2005 ÷ 2014)**

Die Analyse der an der meteorologischen Station Zeilerberg aufgezeichneten Niederschlagswerte zwischen 2002 und 2011 ergibt eine mittlere Jahresniederschlagssumme von 655 mm bei einer Variation der Jahresniederschlagsmenge von 449 bis 807 mm (**Abbildung 24** auf Seite 63).

Die lineare Trendanalyse der Niederschlagsänderung in der Region Winden am See ergibt an der Messstation Zeilerberg zwischen 2002 und 2011 einen signifikant positiven Trend mit einem Niederschlaganstieg von +169,8 mm (pro Dekade +189 mm). An der Messstation Winden wurde zwischen 1975 und 2011 ein signifikant positiver Anstieg des Niederschlags um +51,3 mm ermittelt (pro Dekade +14 mm). Bei der Station Neusiedl am See hingegen wurde in dem Zeitraum von 1995 bis 2013 jedoch keine signifikante Niederschlagsänderung beobachtet.

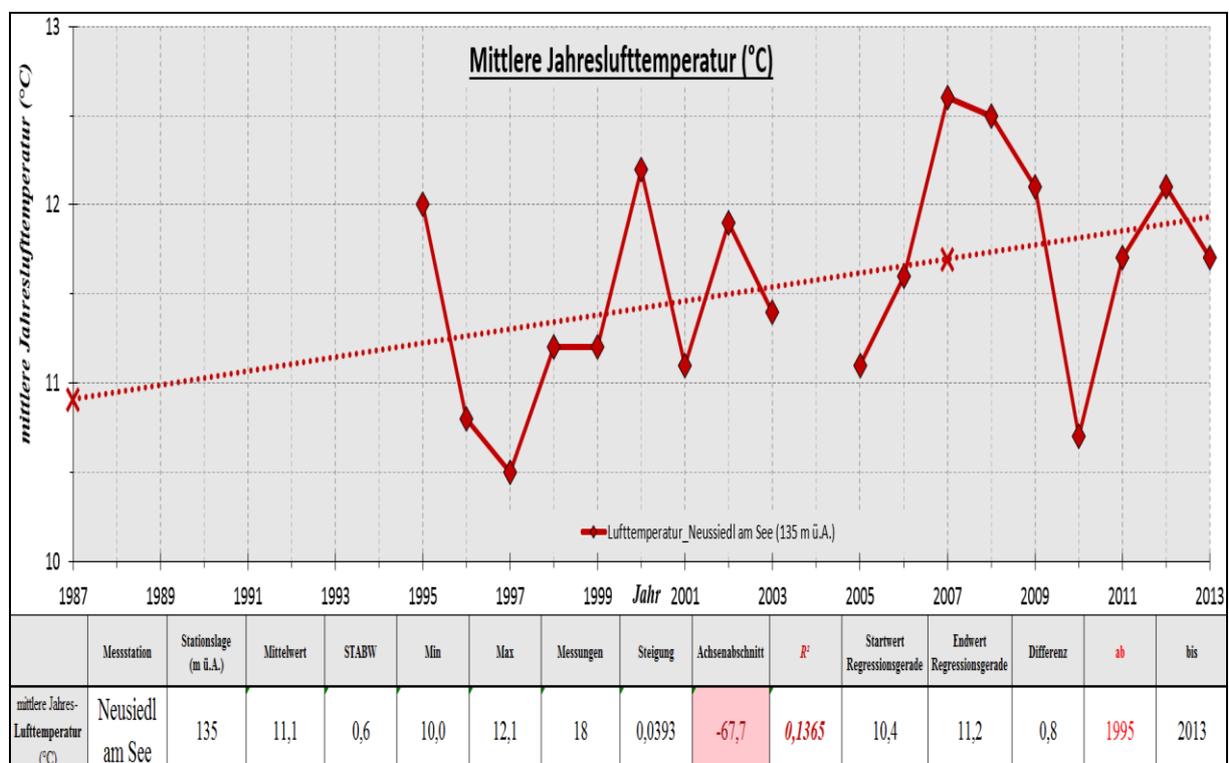


Abbildung 25: Mittlere Jahreslufttemperatur (°C) in der Region Neusiedl am See (Startwert Regressionsgerade: 1987, Endwert Regressionsgerade: 2007) (ZAMG, 2014) (HYDROGRAPHISCHER DIENST IM ÖSTERREICH, 2005 ÷ 2014)

Aus den zu Verfügung stehenden Daten wurde für das Einzugsgebiet der Quellen ein Mittel der mittleren Jahreslufttemperatur von 11,1 °C (Station Neusiedl am See) ermittelt mit einer Schwankung zwischen 10,2 und 12,1 °C **Abbildung 25** (ZAMG, 2014) (HYDROGRAPHISCHER DIENST IM ÖSTERREICH, 2005-2014).

Die lineare Trendanalyse der mittleren Jahreslufttemperaturänderung an der Messstation Neusiedl am See zwischen 1995 und 2013 zeigt einen signifikanten positiven Trend mit einem Temperaturanstieg von $+0,8^{\circ}\text{C}$ in dem untersuchten Zeitraum. Das bedeutet pro Dekade $+0,4^{\circ}\text{C}$ Temperaturanstieg.

8.12.2. Trend der hydrologischen Parameter der Windener Quelle

Für die Durchführung der linearen Trendanalyse der hydrologischen Parameter der Quelle wurden neben den hydrographischen- und GZÜV-Daten für diese Arbeit zusätzlich Messdaten vom WLVNB zur Verfügung gestellt.

- In **Abbildung 26** auf Seite 66 befindet sich die graphische bzw. tabellarische Darstellung der Änderung der **Quellwassertemperatur** von 1992 bis 2012, bzw. die Gegenüberstellung der hydrographische, GZÜV- bzw. WLVNB-Daten in dem untersuchten Zeitraum (siehe **Teil A Kapitel 5.1** auf Seite 20).

In **Abbildung 26** ist sichtbar, dass für eine Trendanalyse zu wenige hydrographische Quellwassertemperaturmessungen erfasst wurden und diese daher nicht bewertet werden können.

Die GZÜV-Temperaturmessungen (**Abbildung 26**) ergeben eine mittlere Wassertemperatur von $12,4^{\circ}\text{C}$ mit einer Schwankung zwischen $11,6$ und $13,1^{\circ}\text{C}$. Für den genannten Zeitraum wurde ein signifikanter positiver Temperaturanstieg von $+0,7^{\circ}\text{C}$ festgestellt (pro Dekade $0,6^{\circ}\text{C}$).

Die vom WLVNB erfassten Temperaturmessungen (**Abbildung 26**) ergeben zwischen 1992 und 2012 eine mittlere Quellwassertemperatur von $12,6^{\circ}\text{C}$ mit einer Schwankung zwischen $11,7$ und $14,2^{\circ}\text{C}$. Für den genannten Zeitraum wurde ein signifikanter positiver Temperaturanstieg von $+0,4^{\circ}\text{C}$ festgestellt (pro Dekade $+0,2^{\circ}\text{C}$).

Man kommt zu demselben Ergebnis, wenn die vorhandenen Quellwassertemperaturdaten von 1955 (**Tabelle 15** auf Seite 58) (KÜPPER, PRODINGER & WEINHANDL, 1955) und die vorhandenen Temperaturmesswerte, welche im Rahmen der GZÜV bzw. von WLVNB im Monat Mai erfasst wurden (**Abbildung 26**), zusammen betrachtet, (**Abbildung 27**).

Aus der graphischen Darstellung der Quellwassertemperatur im Monat Mai der Windener Quellen zwischen 1955 und 2013 in **Abbildung 27** auf Seite 66 ist ersichtlich, dass die mittlere Quellwassertemperatur im Monat Mai $12,5^{\circ}\text{C}$ beträgt. Das ergibt zwischen 1955 und 2013 eine Temperaturdifferenz von ungefähr $+1,5^{\circ}\text{C}$, was pro Dekade einen mittleren Temperaturanstieg von ungefähr $+0,2^{\circ}\text{C}$ bedeutet.

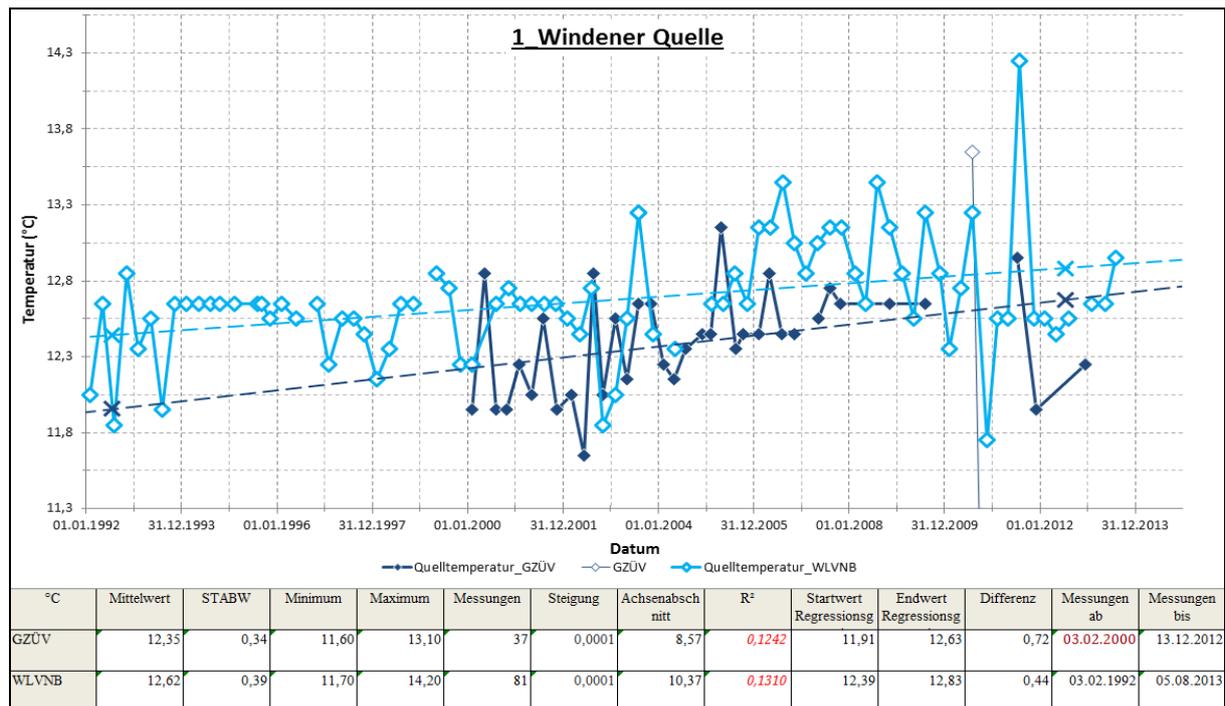


Abbildung 26: Vergleich der **GZÜV-** und **WLVNB-Temperaturdaten** der Messstelle Windener Quelle (1999 ÷ 2012), (Startdatum Regressionsgerade: 15.07.1992, Enddatum Regressionsgerade: 15.07.2012)

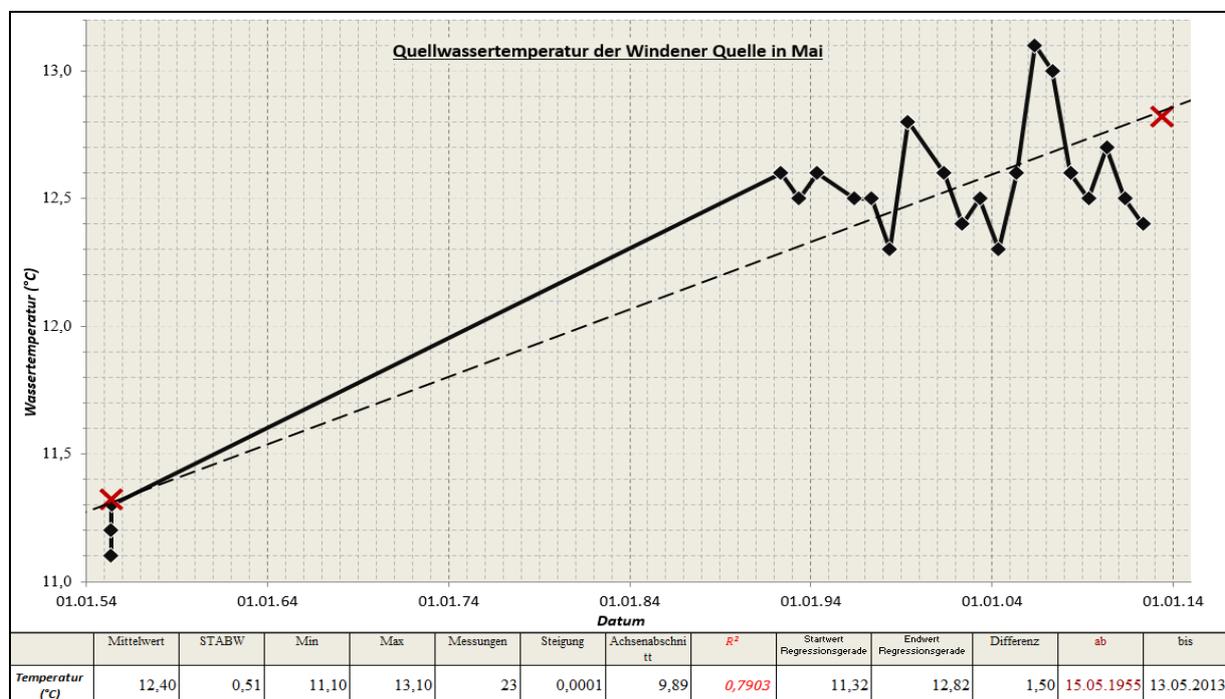


Abbildung 27: **Quellwassertemperatur** der Windener Quelle in **Mai** zwischen 1955 und 2013 (Startdatum Regressionsgerade: 15.05.1955, Enddatum Regressionsgerade: 13.05.2013)

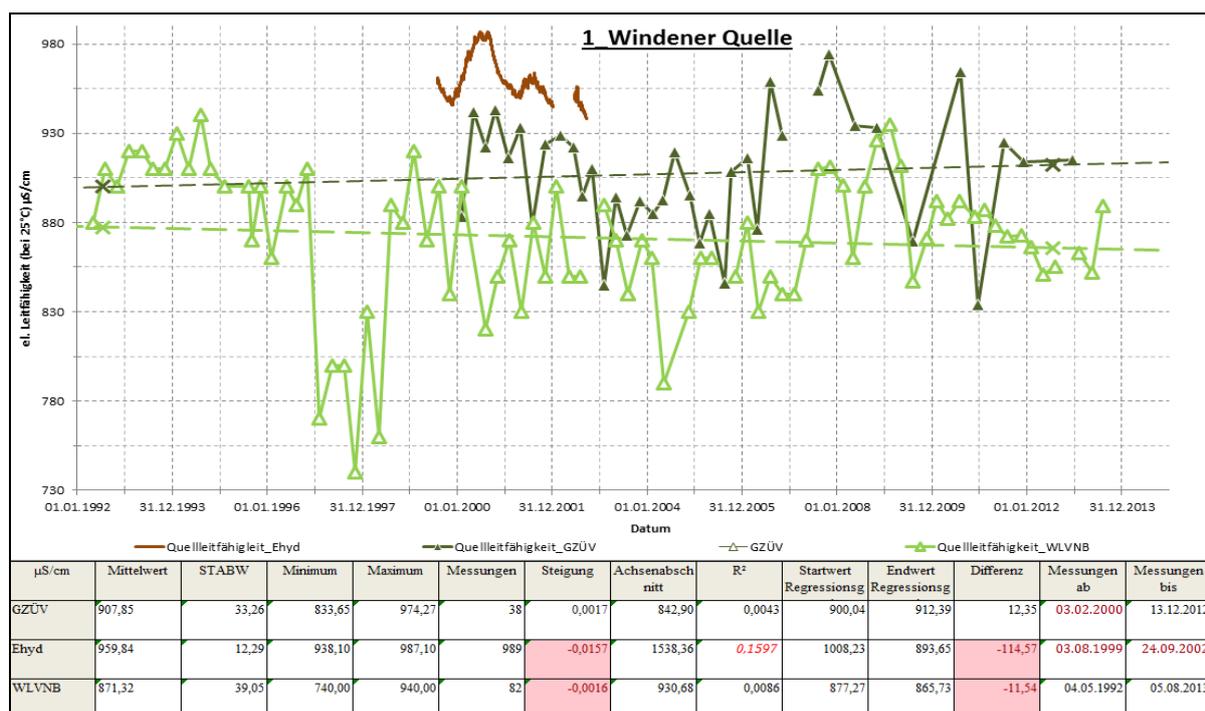


Abbildung 28: Vergleich der hydrographische, GZÜV- bzw. WLNVB-elektrischen Leitfähigkeitsdaten der Messstelle Windener Quelle (1999 ÷ 2012), (Startdatum Regressionsgerade: 15.07.1992, Enddatum Regressionsgerade: 15.07.2012)

- In **Abbildung 28** befindet sich die graphische bzw. tabellarische Darstellung der Änderung der **elektrischen Leitfähigkeit** des Quellwassers von 1992 bis 2012 bzw. die Gegenüberstellung der hydrographische, GZÜV- bzw. WLNVB-Daten in dem untersuchten Zeitraum (siehe **Teil A Kapitel 5.1 auf Seite 20**).

In **Abbildung 28** ist sichtbar, dass im eHyd für eine Trendanalyse zu wenige elektrische Leitfähigkeitsmessungen erfasst wurden und diese daher nicht bewertet werden können.

Die GZÜV-Leitfähigkeitsmessungen (**Abbildung 28**) ergeben zwischen 2000 und 2012 eine mittlere elektrische Leitfähigkeit von 908 µS/cm mit einer Schwankung zwischen 834 und 974 µS/cm. Für den genannten Zeitraum wurde keine signifikante Änderung der elektrischen Leitfähigkeit festgestellt.

Die von WLNVB erfassten Leitfähigkeitsmessungen (**Abbildung 28**) ergeben zwischen 1992 und 2012 eine mittlere elektrische Leitfähigkeit von 871 µS/cm mit einer Schwankung zwischen 740 und 940 µS/cm. Auch bei dieser Zeitreihe wurde keine signifikante Änderung der elektrischen Leitfähigkeit für den genannten Zeitraum festgestellt.

- In **Abbildung 29** befindet sich die graphische bzw. tabellarische Darstellung der Änderung der **Quellschüttung** von 1992 bis 2012, bzw. die Gegenüberstellung der hydrographische, GZÜV- bzw. WLVNB-Daten in dem untersuchten Zeitraum (siehe **Kapitel 5.1** auf Seite 20).

In **Abbildung 29** ist sichtbar, dass für eine Trendanalyse zu wenige GZÜV Quellschüttungsmessungen durchgeführt wurden und diese daher nicht bewertet werden können. Auch die vorhandenen Schüttungsdaten des WLVNB reichen für eine Trendanalyse nicht aus.

Die hydrographische Quellschüttungsmessungen (**Abbildung 29**) ergeben zwischen 1999 und 2012 eine mittlere Schüttung der Quelle von 15 L/s mit einer Schwankung zwischen 9 und 18 L/s. Für den genannten Zeitraum wurde ein signifikanter Anstieg der Quellschüttung von +2 L/s festgestellt.

Überprüfung der GZÜV-Quellschüttungsmesswerte durch Gegenüberstellung der hydrographischen Messwerte an den GZÜV-Messtagen durchgeführt (**Abbildung 30**). Aus **Abbildung 30** auf Seite 69 ist ersichtlich, dass die GZÜV-Quellschüttungsdaten im Fall der Messstelle Windener Quelle entweder über- oder unterschätzt bzw. überhaupt nicht erfasst wurden.

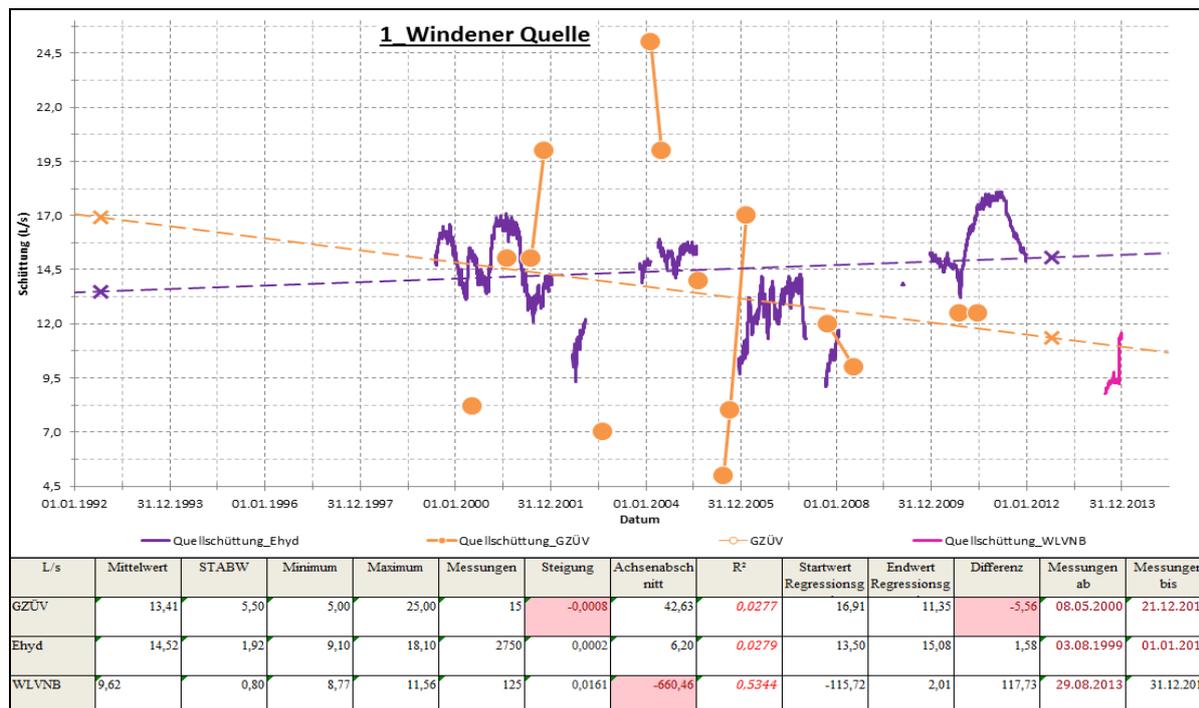


Abbildung 29: Vergleich der **hydrographische-** und **GZÜV-** bzw. **WLVNB-Quellschüttungsdaten** der Messstelle Windener Quelle (1999 ÷ 2012), (Startdatum Regressionsgerade: 15.07.1992, Enddatum Regressionsgerade: 15.07.2012)

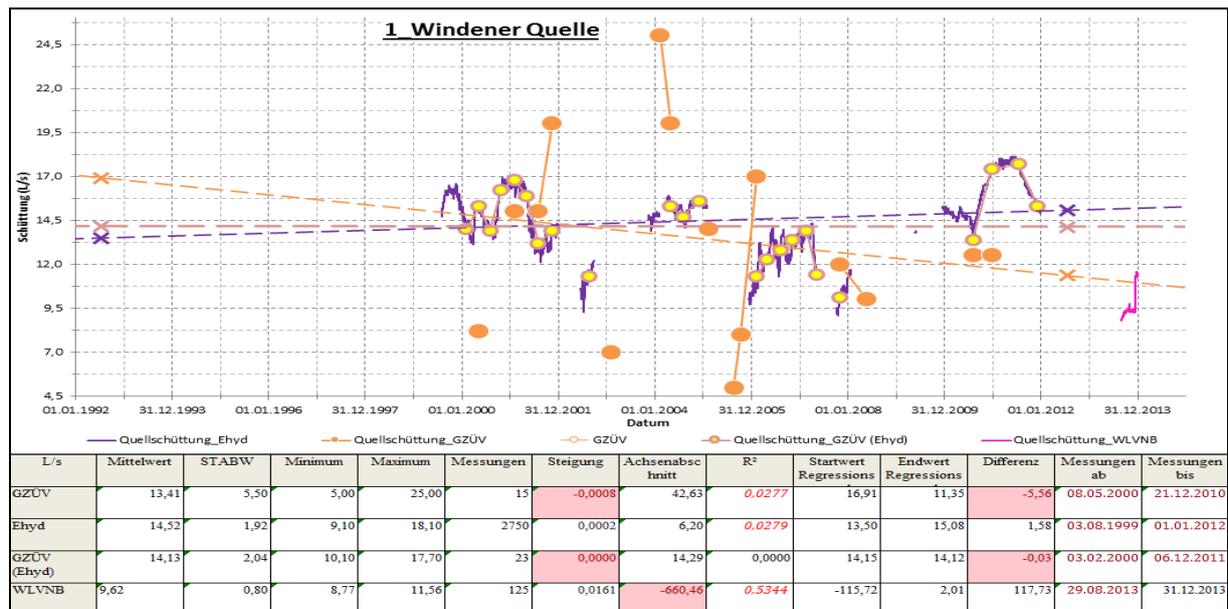


Abbildung 30: Qualitative Überprüfung der GZÜV-Quellschüttungsmessungen der Messstelle Windener Quelle durch Gegenüberstellung der hydrographischen Messwerte an den GZÜV-Messtagen (1999 ÷ 2012), (Startdatum Regressionsgerade: 15.07.1992, Enddatum Regressionsgerade: 15.07.2012)

Die wenigen Quellschüttungswerte, welche vom WLVNB erfasst wurden, können für eine Trendanalyse nicht berücksichtigt werden. Die vom WLVNB erfassten Messwerte sind anscheinend niedriger als diejenige, welche durch die hydrographischen Messungen registriert wurden (**Abbildung 29 auf Seite 68**).

Wenn man von einem orographischen Quelleinzugsgebiet von 3 km² (**Abbildung 23 auf Seite 62**) ausgeht, wo der mittlere Jahresniederschlag 655,1 mm/m² (**Abbildung 24 auf Seite 63**) beträgt und eine Evapotranspiration von 85 ÷ 90 % (siehe **Kapitel 8.4 auf Seite 50**) ohne relevante Grundwasserneubildung (BOROVICZÉNY et al., 1992) annimmt, dann lässt sich eine Quellschüttung von 9 ÷ 6 L/s errechnen.

Vor Errichtung der Brunnenanlage hatte die Windener Quelle eine Schüttung von ca. 30 L/s (BOROVICZÉNY et al., 1992). Wenn man diese 30 L/s als Berechnungsgrundlage nimmt mit einer Evapotranspiration von 85 ÷ 90 % (siehe **Kapitel 8.4**) ohne relevante Grundwasserneubildung (BOROVICZÉNY et al., 1992) und einen mittleren Jahresniederschlag von 655,1 mm/m² (**Abbildung 24 auf Seite 63**), wird ein theoretisches Einzugsgebiet von ca. 7 ÷ 14 km² berechnet. Die Differenz zwischen dem berechneten (theoretischen) und angenommenen orographischen Einzugsgebiet beträgt 4 ÷ 11 km². Dies erklärt, warum das in der **Abbildung 38 auf**

Seite 110 im Anhang dargestellte gesetzlich festgelegte Schongebiete der Quelle entschieden größer ist, als das angenommene orographische Quelleinzugsgebiet.

In eine aktuelle Studie durch ähnliche Überlegungen wurde ein Einzugsgebiet zwischen $6 \div 10 \text{ km}^2$ berechnet und es wird angenommen dass das vermeintliche Einzugsgebiet der Windener Quellen sich „trichterförmig gegen NNW öffnet und sich die westliche und östliche Ausdehnung des Einzugsgebietes an den Querbrüchen des Leithagebirges orientiert (Buchleitengraben im Westen sowie den Zeilergraben im Osten)“ (BIEBER & RÖMER, 2014).

8.12.3. Trend der hydrochemischen Parameter der Windener Quelle

Für die Durchführung der Trendanalyse der hydrochemischen Parameter der Quelle wurden neben den hydrographischen- und GZÜV-Daten für einige Parameter zusätzlich Daten vom WLVNB für die Auswertung zur Verfügung gestellt.

Die Ergebnisse der linearen Trendanalysen sind graphisch in **Abbildung 39** bis **Abbildung 60** im Anhang dargestellt, (Seite 111 bis 121).

Bei denjenigen hydrochemischen Parametern, wo GZÜV-Daten und Messwerte vom WLVNB vorhanden waren, wurden die Daten in ein und demselben Diagramm dargestellt, wie bei dem Vergleich von hydrographischen- und GZÜV-Daten zuvor.

Diejenigen Parameter für welche nur GZÜV-Daten vorhanden waren, wurden in einem doppelachsigen Diagramm dargestellt, wie es in **Kapitel 5.3** auf Seite 22 beschrieben wurde.

- Die **GZÜV-Sauerstoffsättigungsmessungen (Abbildung 39 auf Seite 111)** ergeben zwischen 2000 und 2012 eine mittlere Sauerstoffsättigung von 6,1 mg/L mit einer Schwankung zwischen 3,4 und 9,2 mg/L. Für den genannten Zeitraum wurde ein signifikanter negativer Trend der Sauerstoffsättigung festgestellt. Die Sauerstoffsättigung sinkt in diesem Zeitraum um -0,8 mg/L in dem Quellwasser.
- Die **GZÜV-Calciumgehaltsmessungen (Abbildung 40 auf Seite 111)** ergeben zwischen 2000 und 2012 einen mittleren Calciumgehalt von 120,2 mg/L mit einer Schwankung zwischen 109,0 und 136,0 mg/L. Für den genannten Zeitraum wurde ein signifikanter negativen Trend der Calciumgehalt festgestellt. Der Calciumgehalt des Quellwassers sinkt in diesem Zeitraum um -19,3 mg/L. Die vom WLVNB zwischen 1992 und 2013 durchgeführten Calciumgehaltsmessungen (**Abbildung 40**) ergeben einen mittleren Calciumgehalt von 120,3 mg/L mit einer Schwankung zwischen 104,0 und 142,0 mg/L.

Für den genannten Zeitraum wurde ein signifikanter negativer Trend des Calciumgehalts festgestellt. Der Calciumgehalt des Quellwassers sinkt in diesem Zeitraum um -14,5 mg/L (pro Dekade -6,9 mg/L).

- Die **GZÜV-Natriumgehaltsmessungen (Abbildung 41 auf Seite 112)** ergeben zwischen 2000 und 2013 einen mittleren Natriumgehalt von 8,0 mg/L mit einer Schwankung zwischen 6,1 und 10,2 mg/L. Für den genannten Zeitraum wurde ein signifikanter negativer Trend des Natriumgehalts festgestellt. Der Natriumgehalt des Quellwassers sinkt in diesem Zeitraum um -1,6 mg/L.

Bei der graphischen Darstellung der vom WLVNB durchgeführten Natriumgehaltsmessungen (**Abbildung 41**) ist sichtbar, dass zwischen 1992 und 2013 die Messwerte oft unter der Bestimmungsgrenze liegen, daher wird diese Messreihe bei der Trendanalyse nicht berücksichtigt.

- Die **GZÜV-Hydrogenkarbonatgehaltsmessungen (Abbildung 42 auf Seite 112)** ergeben zwischen 2000 und 2013 einen mittleren Hydrogenkarbonatgehalt von 333,3 mg/L mit einer Schwankung zwischen 308,0 und 354,0 mg/L. Für den genannten Zeitraum wurde ein signifikanter negativer Trend des Hydrogenkarbonatgehalts festgestellt. Der Hydrogenkarbonatgehalt des Quellwassers sinkt in diesem Zeitraum um -5,9 mg/L.

Die vom WLVNB zwischen 1992 und 2013 durchgeführten Hydrogenkarbonatgehaltsmessungen (**Abbildung 42**) ergeben einen mittleren Hydrogenkarbonatgehalt von 328,1 mg/L mit einer Schwankung zwischen 304,0 und 348,0 mg/L. Für den genannten Zeitraum wurde kein signifikanter Trend des Hydrogenkarbonatgehalts festgestellt.

- Die **GZÜV-Chloridgehaltsmessungen (Abbildung 43 auf Seite 113)** ergeben zwischen 2000 und 2013 einen mittleren Chloridgehalt von 7,8 mg/L mit einer Schwankung zwischen 6,5 und 9,9 mg/L. Für den genannten Zeitraum wurde ein signifikanter Anstieg des Chloridgehalts um +2,1 mg/L festgestellt.

Bei der graphischen Darstellung der vom WLVNB durchgeführten Chloridgehaltsmessungen (**Abbildung 43**) ist sichtbar, dass zwischen 1992 und 2013 die Messwerte oft unter der Bestimmungsgrenze liegen, daher wird diese Messreihe bei der Trendanalyse nicht berücksichtigt.

- Die **GZÜV-Magnesiumgehaltsmessungen (Abbildung 44 auf Seite 113)** ergeben zwischen 2000 und 2012 einen mittleren Magnesiumgehalt von 47,2 mg/L mit einer Schwankung zwischen 41,2 und 52,3 mg/L. Für den genannten Zeitraum wurde ein signifikanter negativer Trend des Magnesiumgehalts festgestellt. Der Magnesiumgehalt des Quellwassers sinkt in diesen Zeitraum um -6,2 mg/L.

Die vom WLVB zwischen 1992 und 2013 durchgeführten Magnesiumgehaltsmessungen (**Abbildung 44**) ergeben einen mittleren Magnesiumgehalt von 43,5 mg/L mit einer Schwankung zwischen 32,0 und 53,0 mg/L. Für den genannten Zeitraum wurde ein signifikanter positiver Anstieg des Magnesiumgehalts um +5,6 mg/L festgestellt (pro Dekade +2,7 mg/L).

- Die GZÜV-Kaliumgehaltsmessungen (**Abbildung 45 auf Seite 114**) ergeben zwischen 2000 und 2012 einen mittleren Kaliumgehalt von 3,3 mg/L mit einer Schwankung zwischen 2,2 und 5,7 mg/L. Für den genannten Zeitraum wurde ein signifikanter negativer Trend des Kaliumgehalts festgestellt. Der Kaliumgehalt des Quellwassers sinkt in diesen Zeitraum um -1,3 mg/L.

Bei der graphischen Darstellung der vom WLVB durchgeführten Kaliumgehaltsmessungen (**Abbildung 45**) ist sichtbar, dass zwischen 1992 und 2013 die Messwerte oft unter der Bestimmungsgrenze liegen, daher wird diese Messreihe bei der Trendanalyse nicht berücksichtigt.

- Die GZÜV-Sulfatgehaltsmessungen (**Abbildung 46 auf Seite 114**) ergeben zwischen 2000 und 2012 einen mittleren Sulfatgehalt von 212,7 mg/L mit einer Schwankung zwischen 167,0 und 257,0 mg/L. Für den genannten Zeitraum wurde ein signifikanter negativer Trend des Sulfatgehalts festgestellt. Der Sulfatgehalt des Quellwassers sinkt in diesem Zeitraum um -44,2 mg/L.

Die vom WLVB zwischen 1992 und 2013 durchgeführten Sulfatgehaltsmessungen (**Abbildung 46**) ergeben einen mittleren Sulfatgehalt von 182,0 mg/L mit einer Schwankung zwischen 59,0 und 260,0 mg/L. Für den genannten Zeitraum wurde ein signifikanter negativer Trend des Sulfatgehalts festgestellt. Der Sulfatgehalt des Quellwassers sinkt in diesem Zeitraum um -28,8 mg/L (pro Dekade -13,7 mg/L).

- Die GZÜV-Nitratgehaltsmessungen (**Abbildung 47 auf Seite 115**) ergeben zwischen 2000 und 2012 einen mittleren Nitratgehalt von 27,8 mg/L mit einer Schwankung zwischen 22,7 und 34,8 mg/L. Für den genannten Zeitraum wurde ein signifikanter Anstieg des Nitratgehalts um +5,3 mg/L festgestellt.

Die vom WLVB zwischen 1992 und 2013 durchgeführten Nitratgehaltsmessungen (**Abbildung 47**) ergeben einen mittleren Nitratgehalt von 27,8 mg/L mit einer Schwankung zwischen 12,8 und 41,0 mg/L. Für den genannten Zeitraum wurde ein signifikanter Anstieg des Nitratgehalts um +11,0 mg/L festgestellt (pro Dekade +5,2 mg/L).

- Bei der graphischen Darstellung der im Rahmen der GZÜV durchgeführten **Bor- und DOC-Gehaltsmessungen (Abbildung 48 auf Seite 115)** ist sichtbar, dass zwischen 2000 und 2012 die Messwerte oft unter der Bestimmungsgrenze liegen, daher werden diese Messreihen bei der Trendanalyse nicht berücksichtigt.

- Die aus den GZÜV-Messungsergebnissen berechneten **Na/Cl-Verhältnisse** (**Abbildung 49** auf Seite 116) ergeben zwischen 2000 und 2012 ein mittleres Na/Cl-Verhältnis von 1,0 mit einer Schwankung zwischen 0,8 und 1,3. Für den genannten Zeitraum wurde ein signifikanter negativer Trend des Na/Cl-Verhältnisses festgestellt. Das Na/Cl-Verhältnis sinkt in diesem Zeitraum um -0,5 in dem Quellwasser.
Die vom WLNVB zwischen 1992 und 2013 durchgeführten Messungen (**Abbildung 49** auf Seite 116) ergeben ein mittleres Na/Cl-Verhältnis von 0,9 mit einer Schwankung zwischen 0,5 und 1,4. Für den genannten Zeitraum wurde ein signifikanter negativer Trend des Na/Cl-Verhältnisses in dem Quellwasser festgestellt. Das Na/Cl-Verhältnis sinkt in diesem Zeitraum um -0,3 (pro Dekade -0,1).
- Die GZÜV-**pH-Messungen** (**Abbildung 50** auf Seite 116) ergeben zwischen 2000 und 2012 einen mittlerem **pH-Wert** von 7,3 mit einer Schwankung zwischen 7,0 und 7,5. Für den genannten Zeitraum wurde ein signifikanter Anstieg des pH-Wertes um 0,2 festgestellt.
Die vom WLNVB zwischen 1992 und 2013 durchgeführten **pH-Messungen** (**Abbildung 50**) ergeben einen mittleren pH-Wert von 7,4 mit einer Schwankung zwischen 6,7 und 7,9. Für den genannten Zeitraum wurde kein signifikanter Trend in der Änderung des pH-Wertes festgestellt.
- Bei der graphischen Darstellung der im Rahmen der GZÜV durchgeführten **Eisen- und Ammoniumgehaltmessungen** (**Abbildung 51** auf Seite 117) ist sichtbar, dass zwischen 2000 und 2012 die Messwerte oft unter der Bestimmungsgrenze liegen, daher werden diese Messreihen bei der Trendanalyse nicht berücksichtigt.
- Die GZÜV-**Orthophosphatgehaltmessungen** (**Abbildung 52** auf Seite 117) ergeben zwischen 2000 und 2012 einen mittleren Orthophosphatgehalt von 0,02 mg/L mit einer Schwankung zwischen 0,005 und 0,14 mg/L. Für den genannten Zeitraum wurde ein signifikanter Anstieg des Orthophosphatgehalts um +0,01 mg/L festgestellt.
- Bei der graphischen Darstellung der im Rahmen der GZÜV durchgeführte **AOX-Messungen** (**Abbildung 52**) ist sichtbar, dass zwischen 2000 und 2012 kaum Messwerte vorliegen, daher wird diese Messreihe bei der Trendanalyse nicht berücksichtigt.
- Die aus den GZÜV-Messungsergebnisse berechneten **HCO₃/(Cl+SO₄)-Verhältnisse** (**Abbildung 53** auf Seite 118) ergeben zwischen 2000 und 2012 ein mittleres HCO₃/(Cl+SO₄)-Verhältnis von 1,5 mit einer Schwankung zwischen 0,3 und 1,9. Für den genannten Zeitraum wurde ein signifikanter Anstieg des HCO₃/(Cl+SO₄)-Verhältnisses um +0,2 in dem Quellwasser festgestellt.

Die vom WLVNB zwischen 1992 und 2013 durchgeführten Messungen (**Abbildung 53**) ergeben ein mittleres $\text{HCO}_3/(\text{Cl}+\text{SO}_4)$ -Verhältnis von 1,7 mit einer Schwankung zwischen 1,4 und 2,0. Für den genannten Zeitraum wurde ein signifikanter Anstieg des $\text{HCO}_3/(\text{Cl}+\text{SO}_4)$ -Verhältnisses um +0,2 in dem Quellwasser festgestellt (pro Dekade +0,1).

- Die aus den GZÜV-Messungsergebnissen berechneten **Ca/Mg-Verhältnisse** (**Abbildung 54** auf Seite 118) ergeben zwischen 2000 und 2012 ein mittleres Ca/Mg-Verhältnis von 2,6 mit einer Schwankung zwischen 2,2 und 2,9. Für den genannten Zeitraum wurde keine signifikante Änderung des Ca/Mg-Verhältnisses in dem Quellwasser festgestellt.
- Die aus den GZÜV-Messungsergebnissen berechneten **Cl/SO₄-Verhältnisse** (**Abbildung 55** auf Seite 119) ergeben zwischen 2000 und 2012 ein mittleres Cl/SO₄-Verhältnis von 0,04 mit einer Schwankung zwischen 0,03 und 0,05. Für den genannten Zeitraum wurde ein signifikanter Anstieg der Cl/SO₄-Verhältnis um +0,02 in dem Quellwasser festgestellt.

Die vom WLVNB zwischen 1992 und 2013 durchgeführten Messungen (**Abbildung 55**) ergeben ein mittleres Cl/SO₄-Verhältnis von 0,05 mit einer Schwankung zwischen 0,03 und 0,07. Für den genannten Zeitraum wurde ein signifikanter Anstieg des Cl/SO₄-Verhältnisses um +0,2 in dem Quellwasser festgestellt (pro Dekade +0,1).

- Die aus den GZÜV-Messungsergebnissen berechneten **Cl/NO₄-Verhältnisse** (**Abbildung 56** auf Seite 119) ergeben zwischen 2000 und 2012 ein mittleres Cl/NO₄-Verhältnis von 0,3 mit einer Schwankung zwischen 0,2 und 0,4. Für den genannten Zeitraum wurde ein signifikanter Anstieg des Cl/NO₄-Verhältnisses um +0,02 in dem Quellwasser festgestellt.
- Die aus den GZÜV-Messungsergebnissen berechneten **Summe der Kationen und Anionen** (**Abbildung 57** auf Seite 120) ergeben zwischen 2000 und 2012 einen mittleren Wert der Summe der Kationen und Anionen im Quellwasser von 761 mg/L mit einer Schwankung zwischen 704 und 822 mg/L. Für den genannten Zeitraum wurde ein signifikanter negativer Trend der Summe der Kationen und Anionen in dem Quellwasser festgestellt. Die Summe der Kationen und Anionen sinkt in diesem Zeitraum um -71 mg/L in dem Quellwasser.
- Bei der graphischen Darstellung der GZÜV-Messungen des **Tetrachlorethen-** und **Trichlorethengehalts** (**Abbildung 58** auf Seite 120) ist sichtbar, dass zwischen 2002 und 2011 kaum Messwerte vorliegen, daher werden diese Messreihen bei der Trendanalyse nicht berücksichtigt. Dasselbe gilt für die GZÜV-Messungen des **Zink-** und **Kupfergehalts** der in **Abbildung 59** auf Seite 121 bzw. in der **Abbildung 60** auf Seite 121 dargestellte Ergebnisse der im Rahmen der GZÜV durchgeführten **Atrazin-** und **Desethylatrazinmessungen**.

Um die Ionenbeziehungen zwischen den Kationen und Anionen und die der Kationen bzw. der Anionen jeweils untereinander in dem Quellwasser zu vergleichen, wurden für den untersuchten Zeitraum die GZÜV-Parameterwerte der Messstelle Windener Quelle aus dem Zeitraum von 2002 bis 2012 in einem Piper-Diagramm geplottet (**Abbildung 31** auf Seite 76) (PIPER, 1953) (FURTAK & LANGGUTH, 1967).

Um die absoluten Konzentrationen bzw. die absoluten Verhältnisse der hydrochemischen Parameter der Messstelle Windener Quelle zu vergleichen, wurden die GZÜV-Daten von 2002 bis 2012 in einem Schöller-Diagramm dargestellt (**Abbildung 32** auf Seite 76).

8.12.4. Isotopenmessungen

Von den Wasserproben, welche bei dem Überlauf der Windener Quelle und bei dem Zeiler Brunnen bzw. bei dem Ochsenbrunnen während der Begehung des orographischen Einzugsgebietes der Windener Quelle am 28. Juni 2014 eingesammelt wurden, wurden im Labor des Departments für Umweltgeowissenschaften der Universität Wien Isotopenmessungen durchgeführt. Die Ergebnisse der ^2H - und $\delta^{18}\text{O}$ -Isotopenmessungen befinden sich in **Tabelle 17**.

Tabelle 17: Die Ergebnisse der ^2H - und $\delta^{18}\text{O}$ -Isotopenmessungen, gesammelt während der Begehung des orographischen Einzugsgebietes der **Windener Quelle** am 28. Juni 2014

Nr.	Name-Messpunkt	WGS84 x	WGS84 y	Höhe (GPS) (m ü.A.)	Probenahme Uhrzeit	$\delta^{18}\text{O}$ ‰	^2H ‰
1	Überlauf Windener Quelle	16,74464	47,95861	141	13:45	-10,6	-76,4
10	Ochsenbrunnen	16,78638	47,98225	209	19:30	-10,4	-73,1
12	Zeiler Brunnen	16,7541	47,97966	195	20:35	-10,5	-73,8

Um einen möglichen Zusammenhang zwischen den genannten Messpunkten zu überprüfen, wurden die Ergebnisse der Isotopenmessungen mit den an der meteorologischen Messstation Podersdorf gesammelten Niederschlagsproben in **Abbildung 33** auf Seite 77 dargestellt.

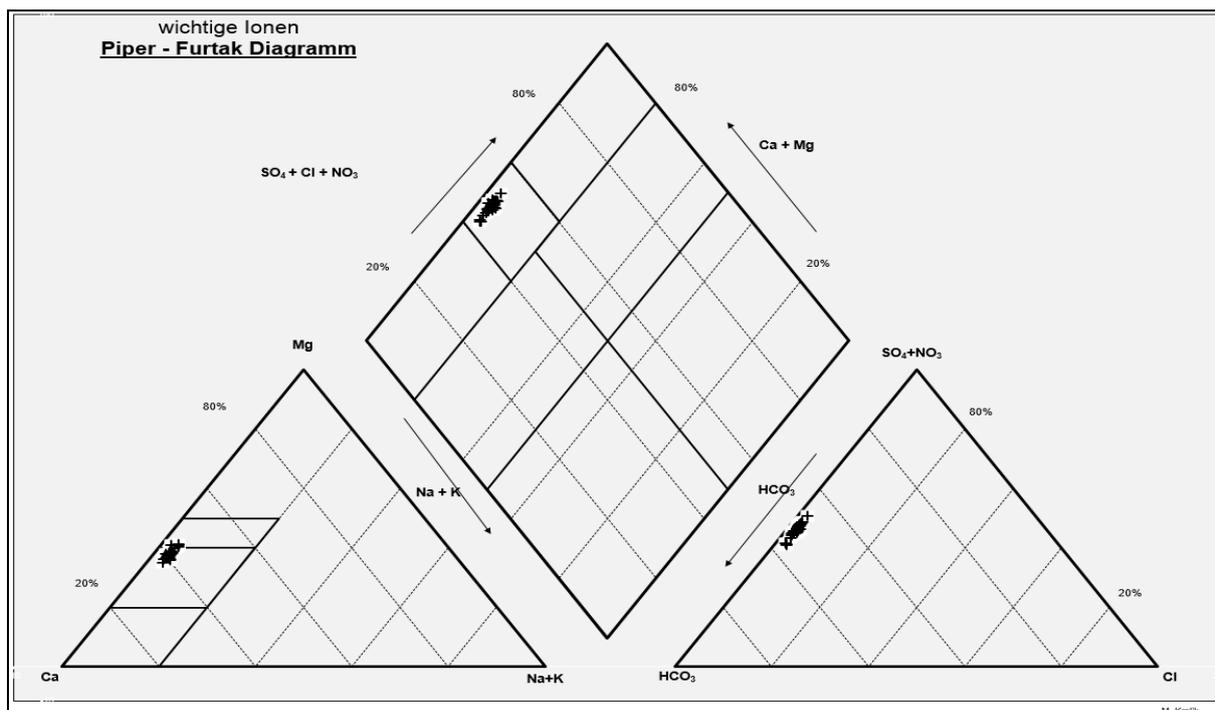


Abbildung 31: Piper-Furtak-Diagramm erstellt aus den GZÜV-Daten von 2002 bis 2012 der Messstelle **Windener Quelle**

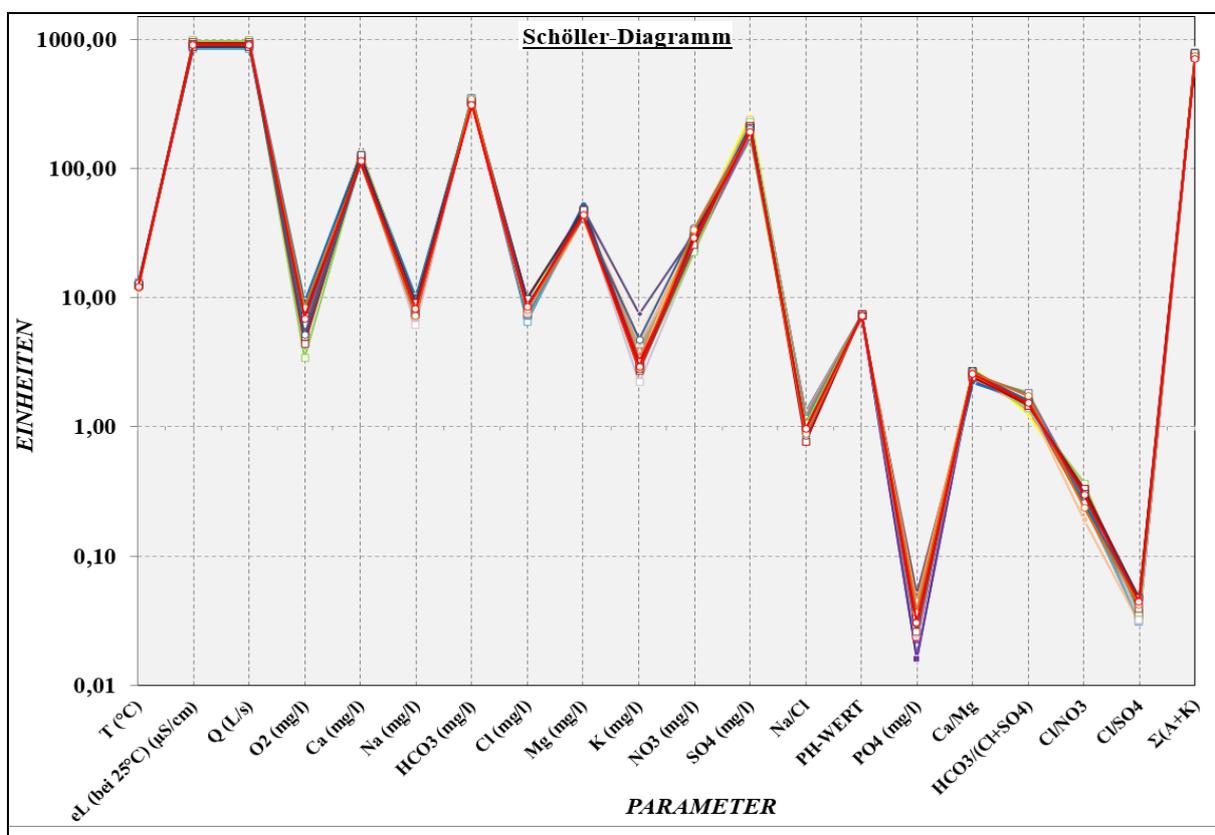


Abbildung 32: Schöller-Diagramm erstellt aus den GZÜV-Daten von 2002 bis 2012 der Messstelle **Windener Quelle**

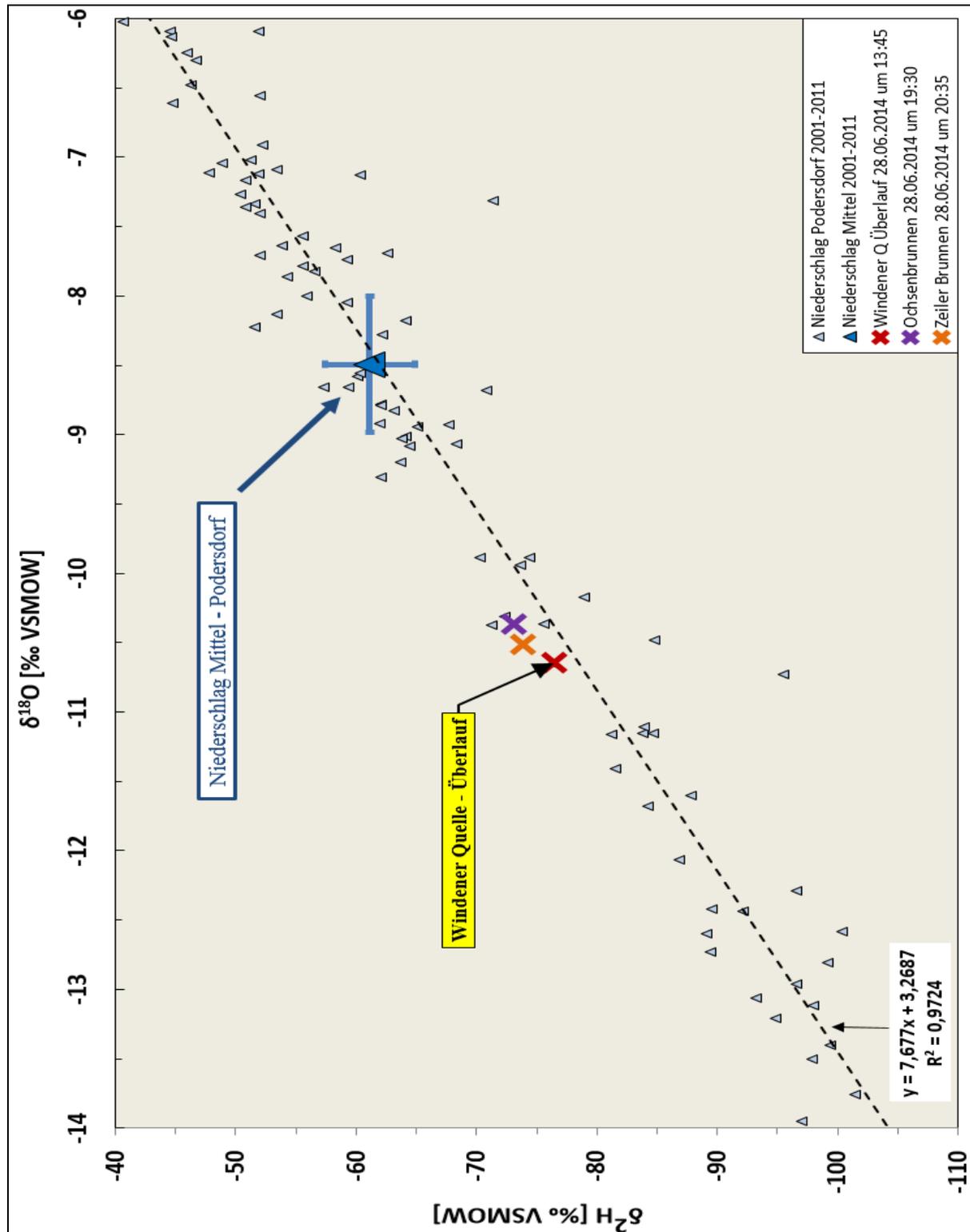


Abbildung 33: Ergebnisse der Isotopenmessungen der bei der Begehung des orographischen Einzugsgebietes der **Windener Quelle** am 28. Juni 2014 entnommenen Proben, geplottet neben den Ergebnissen der Isotopenmessungen der an der meteorologischen Messstation Podersdorf gesammelten Niederschlagsdaten (2001 ÷ 2011) (KRALIK et al., 2014)

8.13. Diskussion der Ergebnisse der Messstelle Windener Quelle

Obwohl der Vergleich der Ergebnisse der Trendänderung der hydrologischen und hydrochemischen Parameter von 58 ausgewählten österreichischen Quellen mit den Ergebnissen der linearen Trendanalyse der Windener Quellen durch die einzigartigen klimatischen Bedingungen der Region und die außergewöhnlichen geologischen und tektonischen Charakteristika des Einzugsgebietes der Quelle erschwert wurde, konnte Folgendes festgestellt werden:

Bei der **Lufttemperaturänderung** in der Region Winden zwischen 1995 und 2013 ist ein signifikanter positiver Trend beim Jahresmittel der Lufttemperatur zu erkennen. Die Mittel der mittleren Lufttemperatur erwärmt sich um +0,8 °C. Das bedeutet pro Dekade +0,4 °C Temperaturanstieg. Dieser Wert entspricht ungefähr dem Bundesdurchschnitt für denselben Zeitraum (siehe **Teil A**).

In den meisten Fällen lässt sich der geringe Unterschied zwischen den Ergebnissen der im Rahmen der GZÜV durchgeführten Messungen und den vom WLVNB erfassten Messungswerten durch wahrscheinlich abweichende Probenahmezeitpunkte, -Stellen bzw. Messtiefen erklären.

Sofern vom WLVNB durchgeführte Messungen vorhanden sind, sollten vorwiegend die Ergebnisse dieser Messungen verwendet werden, weil diese meistens über einen längeren Zeitraum als die GZÜV-Messungen durchgeführt wurden. Daher sind die Resultate der, auf Grund der WLVNB-Messungen durchgeführten, statistischen Analysen, aussagekräftiger.

Wie aus der **Abbildung 3 auf Seite 21** ersichtlich, ist die mittlere **Quellwassertemperatur** von der Brunnaderquelle und der Windener Quelle mit 12,4 °C ca. +2 °C höher als erwartet. Im Fall der Windener Quelle liegt die mittlere Quellwassertemperatur 1,3 °C über der mittleren Jahreslufttemperatur von 11,1° C. Bei der Windener Quelle gibt es zwei verschiedene Theorien durch welche die höhere mittlere Temperatur erklärt werden kann:

- Es handelt sich um eine erdalkalisch-alkalisch-sulfatische Quelle und daher wird vermutet, dass die höhere mittlere Temperatur durch die Aktivität von schwefeloxidierenden Bakterien verursacht wird.
- Die Isotopenuntersuchungen weisen auf eine Vermischung (siehe **Kapitel 8.9 auf Seite 58**) von aufsteigenden, alten Tiefenwässern mit jüngeren Wässern hin, was ebenfalls eine Erklärung für die höhere mittlere Temperatur sein könnte: Die $\delta^{18}\text{O}$ -Daten weisen eine relativ starke Abreicherung (-10,6 ‰) auf und die Tritiumwerte weisen auf einen ca. 50 %-igen Wasseranteil hin, der deutlich älter als 60 Jahre ist.

Die vom WLVNB erfassten Temperaturmessungen ergeben zwischen 1992 und 2013 einen signifikant positiven Temperaturanstieg von +0,4 °C (pro Dekade +0,2 °C) (**Abbildung 26** auf Seite 66).

Die mittlere Quellwassertemperaturerhöhung von +0,2 °C pro Dekade, die bei der Windener Quelle errechnet wurde, ist identisch mit dem Temperaturanstieg, der im Mittel bei vielen österreichischen Quellen beobachtet wurde (siehe **Teil A**).

Vom WLVNB durchgeführte Leitfähigkeitsmessungen (**Abbildung 28** auf Seite 67) ergeben zwischen 1992 und 2013 keine signifikante Änderung der elektrischen Leitfähigkeit. In dem Bundesdurchschnitt für denselben Zeitraum ist dies nur bei 32% der Quellen mit signifikant positivem Temperaturanstieg der Fall (siehe **Teil A**).

Die elektrische Leitfähigkeit ist im Grunde genommen bei einem pH-Wert der Quellwässer zwischen 7,0 und 7,4 höher als für eine Karstquelle (**Abbildung 6** auf Seite 28) üblich. Dies kann auf die Karbonate in dem unterirdischen Einzugsgebiet bzw. auf die durch Landwirtschaft beeinflussten relativ hohen Nitratwerte bzw. auf die geogen bedingt hohen Sulfatgehalte zurückgeführt werden.

Die hydrographischen Quellschüttungsmessungen (**Abbildung 29** auf Seite 68) ergeben zwischen 1999 und 2012 eine Schüttungsschwankung zwischen 9 und 18 L/s. Dieser Wert korreliert gut mit den Angaben des WLVNB über die Quellschüttung (**Tabelle 13** auf Seite 48).

Zwischen 1999 und 2012 wurde ein signifikanter Anstieg der Quellschüttung von +2 L/s festgestellt.

Die Schüttungszunahme von +2 L/s liegt unter dem Bundesdurchschnitt von +8 L/s (+3 ÷ +13 L/s) für denselben Zeitraum (siehe **Teil A**). Dies kann durch die unterschiedlichen meteorologischen Verhältnisse bzw. durch die unterschiedliche Empfindlichkeit des Grundwasserleiters (Rückhaltevermögen, Retentionszeit) in den Quelleinzugsgebieten begründet werden.

Bei der mittleren Jahressummenänderung des Niederschlags in der Region Winden (**Abbildung 24** auf Seite 63) wurde an der Station Winden am See zwischen 1975 und 2011 bzw. an der Station Zeilerberg zwischen 2002 und 2011 ein signifikanter positiver Trend festgestellt. Dieser könnte den signifikanten Anstieg der Quellschüttung erklären. An der Niederschlagsstation Neusiedl am See wurde kein Trend in den mittleren Jahressummen des Niederschlags festgestellt.

Wie in dem Bundesdurchschnitt für den untersuchten Zeitraum bei dreiviertel der Quellen mit positiven Temperaturtrend der Fall, ist auch bei dem Sauerstoffgehalt

des Windener Quellwassers ein signifikant negativer Trend festgestellt worden, was auf die Quellwassertemperaturerhöhung zurückgeführt werden kann.

Von den in **Teil A** dieser Arbeit untersuchten Quellen weist die Windener Quelle die niedrigste Lage (135 m ü.A.) auf und in ihrem Einzugsgebiet wurde der höchste Mittelwert der mittleren Jahreslufttemperatur registriert (**Abbildung 2 auf Seite 20**) bzw. wurde bei dieser Quelle im Bundesdurchschnitt die höchste mittlere Quellwassertemperatur registriert (**Abbildung 3 auf Seite 21**). Gleichzeitig ergibt sich aus der hydrochemischen Zusammensetzung (**Abbildung 31 auf Seite 76**), dass die Windener Quellen erdalkalische karbonatisch-sulfatische Wässer mit einem Magnesiumgehalt von 20 ÷ 40 (eq) % sind. Dieser Wassertyp kommt in Österreich nicht häufig vor. Wie aus dem Schöller-Diagramm in **Abbildung 5 auf Seite 26** ersichtlich, kommen die meisten hydrochemischen Parameter in der Windener Quelle in höherer Konzentration vor als in den anderen für diese Untersuchung ausgewählten Quellen. Aus diesem Grunde wird die Entwicklung der hydrochemischen Parameter nicht mit dem Bundesdurchschnitt verglichen.

Bei der Entwicklung der Chlorid-, Magnesium-, Nitrat-, Orthophosphatwerte und des pH-Wertes des Quellwassers bzw. bei der Entwicklung der Verhältnisse von $\text{HCO}_3/(\text{Cl}+\text{SO}_4)$, Cl/NO_3 und Cl/SO_4 wurde im Untersuchungszeitraum ein signifikanter positiver Trend festgestellt, wobei zu bemerken ist, dass bisher keine Grenz- oder Richtwerte für Trinkwasser überschritten wurden. Die Qualität der Wässer aus der Windener Quellen entspricht der Trinkwasserrichtlinie.

Bei der Änderung der Calcium-, Natrium-, Hydrogenkarbonat-, Kalium- und Sulfatwerte sowie bei der Summe der Kationen und Anionen bzw. bei der Entwicklung des Na/Cl-Verhältnisses während des untersuchten Zeitraums wurde ein signifikanter negativer Trend festgestellt.

Aus den graphischen Darstellungen ist zu entnehmen, dass während des berücksichtigten Zeitraumes die Konzentrationen von Bor, DOC, Eisen und Ammonium in dem Quellwasser unter der Bestimmungsgrenze liegen und daher die hydrochemischen Parameter bei der Trendanalyse nicht berücksichtigt werden.

Aus den Graphiken ist ebenfalls ersichtlich, dass während des berücksichtigten Zeitraumes zu wenige Messwerte für AOX, Tetrachlorethen, Trichlorethen, Zink, Kupfer, Atrazin und Desethylatrazin vorliegen und daher kann man diese hydrochemischen Parameter bei der Trendanalyse auch nicht berücksichtigen.

Über die Herkunft der verschiedenen hydrochemischen Parameter kann Folgendes gesagt werden: Natrium-, Calcium- oder Kaliumionen können durch Löse- bzw.

Verwitterungsprozesse freigesetzt werden. Der Anstieg der Chlorid-, Nitrat-, Orthophosphatkonzentration in dem Quellwasser ist auf verschiedene anthropogene Einflüsse z.B. durch landwirtschaftliche Tätigkeit bzw. Eingriffe in die Vegetation zurückzuführen. Es wurden aber, wie schon erwähnt, bisher keine Grenz- oder Richtwerte für das Trinkwasser überschritten. Die Qualität des Wassers aus der Windener Quelle entspricht somit der Trinkwasserrichtlinie. Für die Trendentwicklung der anderen hydrochemischen Parameter gibt es bis jetzt keine Erklärung. Um einen Zusammenhang in der Konzentrationsänderung feststellen zu können, sind weitere detaillierte Messungen bzw. Untersuchungen notwendig.

Aus der **Abbildung 33** auf Seite 77, wo die Ergebnisse des ^2H - und $\delta^{18}\text{O}$ - Isotopenmessungen der bei Begehung am 28. Juni 2014 (**Abbildung 23** auf Seite 62, **Tabelle 16** auf Seite 61) entnommenen Proben dargestellt wurden, ist sichtbar, dass die $\delta^{18}\text{O}$ Messwerte der Proben nah beieinander liegen, was ein Hinweis dafür ist, dass das Grundwasser an den drei Messstellen aus einem ähnlichen Einzugsgebiet stammt. Ein weiterer Anhaltspunkt dafür, dass es einen hydrologischen Zusammenhang zwischen der Windener Quelle und dem Zeiler Brunnen geben könnte, ist die ähnliche elektrische Leitfähigkeit der Wässer beider Messstellen.

Das staffelartige Bruchsystem bzw. der sandwichartige Schichtaufbau (**Abbildung 19** auf Seite 56), welcher das Einzugsgebiet der Windener Quelle geologisch charakterisiert, jedoch noch nicht vollständig erforscht ist, erschwert die Feststellung der genauen hydrologischen Zusammenhänge zwischen der Windener Quelle und dem Grundwasserreservoir „Windener System“ (HÄUSLER et al., 2010), zu welchem, wie die bisherige Forschungsarbeiten zeigen, auch der Zeiler Brunnen und der Ochsenbrunnen gehören.

8.14. Schlussfolgerung

Die Windener Quellen sind erdalkalische karbonatisch-sulfatische Wässer mit einem Magnesiumgehalt von 20 ÷ 40 (eq) %. Dieser Wassertyp kommt in Österreich nicht häufig vor. Gleichzeitig erschweren die einzigartigen klimatischen Bedingungen der Region und die außergewöhnlichen geologischen und tektonischen Charakteristika des Einzugsgebietes der Windener Quelle den Vergleich der Ergebnisse der Trendänderung der hydrologischen und hydrochemischen Parameter mit den Ergebnissen der anderen 58 ausgewählten österreichischen Quellen (siehe **Teil A**).

Von allen in dieser Arbeit untersuchten Quellen hat die Windener Quelle die niedrigste Lage und in ihrem Einzugsgebiet wurde der höchste Mittelwert der

mittleren **Jahreslufttemperatur** registriert. Das Anstieg der Lufttemperatur in der Region Winden zwischen 1995 und 2013 von +0,4 °C pro Dekade entspricht ungefähr dem Bundesdurchschnitt für denselben Zeitraum.

Bei der Windener Quelle wurde im Bundesdurchschnitt die höchste mittlere **Quellwassertemperatur** registriert, diese ist ca. +2 °C höher als erwartet. Trotzdem ist die mittlere Quellwassertemperaturerhöhung von +0,2 °C pro Dekade, die bei dieser Quelle errechnet wurde, identisch mit dem Temperaturanstieg, der im Mittel bei vielen österreichische Quellen beobachtet wurde.

Die **Leitfähigkeitsmessungen** ergeben zwischen 1992 und 2012 keine signifikante Änderung der elektrischen Leitfähigkeit. Im Bundesdurchschnitt ist dies für denselben Zeitraum nur bei 32% der Quellen mit signifikant positivem Temperaturanstieg der Fall.

Im untersuchten Zeitraum liegt die **Schüttungszunahme** von +2 L/s unter dem Bundesdurchschnitt von +8 L/s (+3 ÷ +13 L/s). Dies kann durch die unterschiedliche Empfindlichkeit des Grundwasserleiters (Rückhaltevermögen, Retentionszeit) der verschiedenen Quellen und die unterschiedlichen meteorologischen Verhältnisse in den Quelleinzugsgebieten begründet werden.

Bei der mittleren Jahressummenänderung des **Niederschlags** in der Region Winden zwischen 1975 und 2011 wurde an den Stationen Winden am See und Zeilerberg ein signifikanter positiver Trend festgestellt. Dieser könnte den signifikanten Anstieg der Quellschüttung erklären.

Wie im Bundesdurchschnitt für den untersuchten Zeitraum bei dreiviertel der Quellen mit positiven Temperaturtrend der Fall, ist auch bei dem **Sauerstoffgehalt** des Windener Quellwassers ein signifikant negativer Trend festgestellt worden, was auf die Quellwassertemperaturerhöhung zurückgeführt werden kann.

Die meisten **hydrochemischen Parameter** kommen in der Windener Quelle in höherer Konzentration vor als in den anderen für diese Untersuchung ausgewählten Quellen. Aus diesem Grunde kann die Entwicklung der hydrochemischen Parameter nicht richtig mit dem Bundesdurchschnitt verglichen werden. Für die Trendentwicklung der meisten hydrochemischen Parameter der Windener Quelle gibt es bis jetzt keine Erklärung. Um einen Zusammenhang zwischen der Konzentrationsänderung und der Quellwassertemperatur feststellen zu können, sind weitere detaillierte Messungen bzw. Untersuchungen notwendig.

Des Weiteren müsste Folgendes erforscht werden:

- Wie weit beeinflussen sich die Quellen des „Windener Systems“ gegenseitig hydraulisch?
- Werden die Quellen durch eine eventuelle Wasserentnahme beeinträchtigt werden?
- Wie beeinflussen die hydraulischen Zusammenhänge die Entwicklung der hydrochemischen Parameter der Windener Quelle?

9. Fazit

Es wurde ein sehr wahrscheinlicher Zusammenhang zwischen der Entwicklung der Quellwassertemperatur und Lufttemperatur festgestellt. Die klimabedingte Erhöhung der Lufttemperatur bzw. Änderung des Niederschlags kann Auswirkung auf den Wasserhaushalt und die Grundwassertemperatur haben, wodurch das Grundwasser sowohl qualitativ als auch quantitativ beeinflusst wird.

Zwischen 1987 und 2007 wurde von den 46 untersuchten meteorologischen Stationen in Österreich bei über 80 % der Stationen ein signifikanter mittlerer Lufttemperaturanstieg von $+0,9\text{ °C}$ (im Bereich von $+0,2$ bis $+3,2\text{ °C}$) berechnet.

Von den ausgesuchten Quellen zeigen für den untersuchten Zeitraum fast dreiviertel einen signifikant steigenden Temperaturtrend des Quellwassers. Bei den Quellen mit signifikant steigendem Temperaturtrend wurde zwischen 1992 und 2012 ein mittlerer Wassertemperaturanstieg von $+0,4\text{ °C}$ (im Bereich von $+0,1$ bis $+2,4\text{ °C}$) registriert.

In demselben Zeitraum zeigen ca. die Hälfte der untersuchten Quellen einen signifikant positiven Trend der elektrischen Leitfähigkeit und dreiviertel einen signifikant negativen Trend des Sauerstoffgehalts. Die Quellschüttung zeigt bei mehr als der Hälfte der Quellen keinen signifikanten Trend. Bei den untersuchten hydrochemischen Parametern wurden in dem festgelegten Zeitabschnitt ebenfalls signifikante Trends in unterschiedlichem Ausmaß ermittelt, was bestätigt, dass die Wassertemperatur ein Schlüsselparameter ist, der viele Prozesse mitbestimmt.

Das heißt, dass in dem untersuchten Zeitraum pro Dekade die Grundwassertemperatur um ca. $+0,2\text{ °C}$, die mittlere Jahreslufttemperatur aber ca. um $+0,5\text{ °C}$ gestiegen ist. Die statistische Trendanalyse deutet darauf hin, dass es einen sehr wahrscheinlichen Zusammenhang zwischen der Temperaturentwicklung von Quellwässern, Oberflächenwässern und der Lufttemperatur gibt. Man kann künftig bei steigender Lufttemperatur mit einer Erhöhung der Grundwassertemperatur rechnen.

10. Literaturverzeichnis

- AMT DER BURGENLÄNDISCHEN LANDESREGIERUNG. *Landkartenansicht des Burgenlandes auf Basis der amtlichen ÖK 50 Karte ergänzt mit digitalem Gelände und Höhenmodell auf Basis der ALS Daten Befliegung 2010*.
<http://gis.bgld.gv.at/WebGIS/synserver> (Zugriff am 20. 10 2014).
- BIEBER, G., und A. RÖMER. *Weiterführende Studie zur Erweiterung des Brunnenfeldes in Winden am See - Ergebnisse aus dem Projekt "Karstwasser führende Gesteine im Burgenland" - Bericht an Wasserleitungsverband Nördliches Burgenland; 10 Seiten*. Wien: GBA, 2014.
- BMLFUW. *Digitale Bodenkarte von Österreich*. (Zugriff am 18. 10 2014).
http://gis.lebensministerium.at/eBOD/frames/index.php?&146=true&gui_id=eBOD.
- . *eHyd-allgemeine Beschreibung*. (Zugriff am 30. 01 2015 a).
http://www.bmlfuw.gv.at/dms/lmat/wasser/wasser-oesterreich/wasserkreislauf/hydrographische_daten/eHyd2008/20111130-eHyd-allgemeine-Beschreibung/20111130%20eHyd-allgemeine%20Beschreibung.pdf.
- . *Gewässerzustandsüberwachungsverordnung – GZÜV*. (Zugriff am 31. 01 2015 b).
http://www.bmlfuw.gv.at/wasser/wasser-oesterreich/wasserrecht_national/planung/GZUEV.html.
- . *Hydrographische Daten Österreichs*. (Zugriff am 31. 06 2014). <http://ehyd.gv.at/#>.
- BMLFUW-ABTEILUNG WASSERHAUSHALT. *12. Sitzung der Arbeitsgruppe Quellbeobachtung 26. – 27.9.2012 in Gaming – Bericht, 42 Seiten*. Wien: Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasser, 2012.
- BMLFUW-ABTEILUNG WASSERHAUSHALT. *Quellbeobachtung im Hydrographischen Dienst in Österreich - Mitteilungen des Hydrographischen Zentralbüros, Heft 70, 72 Seiten*. Wien: Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasser, 2005.
- BÖHM, R. „Harte und weiche Fakten zu Klimawandel - ein Überblick.“ In *Auswirkungen des Klimawandels auf die österreichische Wasserwirtschaft*, von ÖWAV, (S. 53 – 70). Wien: BMLFUW, 2008.
- BOROVICZÉNY, F., et al. *Wasserhaushaltsstudie für den Neusiedlersee mit Hilfe der Geophysik und Geochemie 1980 –1990. - Forschungsbericht 16, 214 Seiten*. Forschungsbericht, Wien: Institut für Hydraulik, Gewässerkunde & Wasserwirtschaft der Technischen Universität Wien, 1992.
- FURTAK, H, und H. R. LANGGUTH. „Zur hydrochemischen Kennzeichnung von Grundwässern und Grundwassertypen mittels Kennzahlen.“ (S. 86-96), Hanover: Mem. IAH-Congress, 1967.
- GEOLOGISCHE BUNDESANSTALT. *Geologische Karten - Silverlight Applikation*. (Zugriff am 15. 10 2014). <http://gisgba.geologie.ac.at/PublishedMaps/>.
- GOBIET, A., und H. TRUHETZ. „Klimamodelle, Klimaszenarien und ihre Bedeutung für Österreich.“ In *Auswirkungen des Klimawandels auf die österreichische Wasserwirtschaft*, von ÖWAV, 71 - 82. Wien: BMLFUW, 2008.
- HÄUSLER, H., H. FIGDOR, C. HAMMERL, F. KOHLBECK, W. LENHARDT, und R. SCHUSTER. *Erläuterungen zur geologische Karte 78 Rust, 192 Seiten*. Wien: Geologische Bundesanstalt, 2010.
- HERMANN, P., G. PASCHER, und J. PIOSTOTNIK. „Geologische Karte der Republik Österreich, 78 Rust, Maßstab: 1:50.000.“ Geologische Bundesanstalt, 1993.
- HUNT, D.T.E., und A.L. WILSON. *The Chemical Analysis of Water - General Principles and Techniques, 683 Seiten*. 2. Cambridge: The Royal Society of Chemistry, 1986.

- HYDROGRAFISCHER DIENST IN ÖSTERREICH. *Hydrographisches Jahrbuch von Österreich 2002-2011, 110.-119. Band*. Wien: Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasser, 2005-2013.
- KERNAN, M., R. W. BATTARBEE, und B. R. MOOS. *Climate Change Impacts on Freshwater Ecosystems, 328 Seiten*. New York: Wiley-Blackwell, 2010.
- KOPECNY, A. *Isotopenhydrogeologische Untersuchungen im Südwestabschnitt des Leithagebirges (Nördliches Burgenland)*. - Bakkalaureatsarbeit, 39 Seiten. Bakkalaureatsarbeit, Wien: Department für Umweltgeowissenschaften. Universität Wien, 2006.
- KRALIK, M., F. HUMER, H. BRIELMANN, und J. GRATH. *Grundwasseralter ausgewählter Grundwasserkörper, 2010-2014: Eferdinger Becken, Hügelland Rabnitz, Ikvatal, Inntal, Seewinkel, Stremtal, Südl. Wr. Becken, Tullner Feld, Unteres Murtal, Vöckla - Ager - Traun - Alm, Weinviertel, 232 Seiten*. Wien: Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasser, 2014.
- KRALIK, M., I. ZIERITZ, J. GRATH, G. VINCZE, R. PHILIPPITSCH, und H. PAVLIK. *Hydrochemische Karte Österreichs, Oberflächennaher Grundwasserkörper und Fließgewässer Mittelwerte von Wassergüteerhebungsdaten (WGEV – Daten) 1991 – 2001, 19 Seiten*. Wien: Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasser, 2005.
- KRALIK, M., und C. SCHATNER. *ALP WATER SCARCE: Temperatur and Isotope-Trends in Carinthian and Styrian Springs. Final Report 2010*. Wien: Umweltbundesamt, 2010.
- KÜPPER, H., W. PRODINGER, und R. WEINHANDL. *Geologie und Hydrogeologie einiger Quellen am Ostabfall des Leithagebirges. – Verhandlungen der Geologischen Bundesanstalt, (S. 133–141)*. Wien: Geologische Bundesanstalt, 1955.
- ÖWAV. *Auswirkungen des Klimawandels auf die österreichische Wasserwirtschaft, 206 Seiten*. Wien: Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasser, 2008.
- ÖWAV. *Auswirkungen des Klimawandels auf Hydrologie und Wasserwirtschaft in Österreich - Präsentation der aktuellen Studien - , 204 Seiten*. Wien: Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasser, 2010.
- PAPESCH, W., und D. RANK. *Altersbestimmung (3H, 18O) am Wasser der Windener Quelle im Rahmen der Wassergüteerhebung im Burgenland 1999*. 2000.
- PIPER, A. M. *A graphic procedure in the geochemical interpretation of water analysis*. Washington D.C: United States Geological Survey, 1953.
- RANK, D., W. PAPESCH, V. RAJNER, und F. STAUDER. *Zur Verweilzeit der Quell- und Grundwässer an der Westseite des Neusiedlersees, BFB-Bericht 68*. Wien: Bundesversuchs- und Forschungsanstalt Arsenal, 1988.
- SACHS, L. *Angewandte Statistik. Anwendung statistischer Methoden, 885 Seiten*. 8. Springer Verlag: Berlin, 1997.
- SACHS, L., und J. HEDDERICH. *Angewandte Statistik - Methodensammlung mit R, 702 Seiten*. 12. Berlin: Springer, 2006.
- SCHATNER, C., und M. KRALIK. *Trends der Grundwassertemperatur - Untersuchungen von Daten der Überwachung des Gewässerzustandes in Österreich, 28 Seiten*. Wien: Umweltbundesamt, 2011.
- SOJA, G., J. ZÜGER, M. KNOFLACHER, P. KINNER, und A. SOJA. „Climate impacts on water balance of a shallow steppe lake in Eastern Austria (Lake Neusiedl).“ *Journal of Hydrology* , (S. 115-124), 2013.

- STANDHARTINGER, S., und R. GODINA. *Langzeitentwicklung der Wassertemperatur in österreichischen Fließgewässern, Mitteilungsblatt des Hydrographischen Dienstes in Österreich Nr. 88, (S. 35-50)*. Wien: Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasser, 2013.
- UBA. *H2O Fachdatenbank*. (Zugriff am 20. 12 2013).
<https://secure.umweltbundesamt.at/h2odb/>.
- UBA. *Grundwasserkörper Datenblatt*. (Zugriff am 30. 05 2014).
https://secure.umweltbundesamt.at/iGwk/view.xhtml?id=2_ZM00_SELZM.html.
- UMWELTBUNDESAMT. *D - Endbericht IST Bestandsanalyse - Nationaler Berichtsteil*. 31. 05 2014. <http://nfp-at.eionet.europa.eu/Public/irc/eionet-circle/berichtswesen/library>.
- UMWELTBUNDESAMT. *Wassergüte in Österreich - Jahresbericht 2013, 134 Seiten*. Wien: Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasser, 2014.
- UNTERSWEG, T. „Bericht über geologische und hydrogeologische Untersuchungen im Einzugsgebiet der Brunnaderquelle bei Falkenstein, Steiermark, 26 Seiten.“ 2005.
- WORCH, E. *Wasser und Wasserinhaltsstoffe - Eine Einführung in die Hydrochemie, 205 Seiten*. Wiesbaden: Springer Fachmedien, 1997.
- ZAMG. *Klima / Klimaübersichten / Jahrbuch*. (Zugriff am 20. 06 2014).
<http://www.zamg.ac.at/cms/de/klima/klimauebersichten/jahrbuch>.
- ZAMG, und TU Wien. *Anpassungsstrategien an den Klimawandel für Österreichs Wasserwirtschaft - Kurzfassung - Studie der ZAMG und der TU Wien im Auftrag von Bund und Ländern, 30 Seiten*. Wien: BMLFUW, 2010.
- ZAMG, und TU Wien. *Anpassungsstrategien an den Klimawandel für Österreichs Wasserwirtschaft - Studie der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik und der Technischen Universität Wien im Auftrag von Bund und Ländern, 486 Seiten*. Wien: BMLFUW, 2011.

11. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Für die Trendanalyse ausgewählte Quellen (BMLFUW, 2014)	13
Abbildung 2: Abhängigkeit der langjährigen Mittel der mittleren Jahreslufttemperatur von der Höhe der Messstation	20
Abbildung 3: Abhängigkeit der mittleren Quellwassertemperatur von der Höhe des Quellpegelnullpunktes	21
Abbildung 4: Piper-Furtak-Diagramm erstellt für die Mittelwerte der GZÜV-Parameter ausgewählter Quellen von 1992 bis 2012	25
Abbildung 5: Schöller-Diagramm erstellt für die Mittelwerte der GZÜV-Parameter ausgewählter Quellen von 1992 bis 2012 (Legende identisch mit der Legende aus Abbildung 4 auf Seite 25)	26
Abbildung 6: Die elektrische Leitfähigkeit versus pH-Wert österreichischer Wässer (KRALIK et al., 2005)	28
Abbildung 7: Die Mittel der elektrischen Leitfähigkeit versus die Mittel der Summen der Kationen und Anionen [mg/L] der ausgewählten Quellen	28
Abbildung 8: Ergebnisse der linearen Trendanalyse (Kreisdiagramme) der hydrologischen Parameter der hydrographischen- und GZÜV-Daten bzw. der hydrochemischen Parameter der GZÜV-Daten (1992 ÷ 2012)	33
Abbildung 9: Ergebnisse der linearen Trendanalyse (Kreisdiagramme) der hydrologischen Parameter der eHyd- und GZÜV-Daten bzw. der hydrochemischen Parameter der GZÜV-Daten der Quellen mit signifikantem positiven Temperaturtrend (1992 ÷ 2012)	37
Abbildung 10: Trends der mittlerer Quellwassertemperatur (1992 ÷ 2012) und Grundwassertemperatur (1997 ÷ 2009) (<i>SCHARTNER & KRALIK, 2011</i>)	39
Abbildung 11: Bei jährlich nur 2 GZÜV-Messungen werden die Spitzenwerte oft nicht mehr erfasst (Daten innerhalb des gelben Rahmens am Ende der Messreihe)	45
Abbildung 12: Messstellen mit relativ vielen Ausreißern : Die Temperaturmessungen wurden wahrscheinlich nicht direkt vor Ort unmittelbar nach der Probenahme durchgeführt (Daten innerhalb des gelben Rahmens)	45
Abbildung 13: Geographische Lage der Messstelle Windener Quelle	47
Abbildung 14: Die Messeinrichtung Windener Quelle (Foto: Dipl.-Ing. Mag. Jutta Eybl, BMLFUW-Abt. Wasserhaushalt, 2003)	49
Abbildung 15: Lage der Bodenbohrprofile auf der Bodenkarte des Einzugsgebietes der Windener Quellen (<i>BMLFUW, 2014</i>)	51
Abbildung 16: Bodenbohrprofile von in der Nähe der Windener Quellen durchgeführten Bohrungen (<i>BMLFUW, 2014</i>)	52
Abbildung 17: Bodenwasserverhältnisse des Einzugsgebietes der Windener Quellen (<i>BMLFUW, 2014</i>)	53
Abbildung 18: Geologische Karte (HERMANN, PASCHER & PIOSTOTNIK, 1993) des orographischen Einzugsgebietes der Windener Quellen (grüner Rahmen)	55
Abbildung 19: Hydrogeologisches Modell des Einzugsgebietes der Windener Quellen (KOPECNY, 2006)	56
Abbildung 20: Lageskizze und Profil der Windener Quellen nach Küpper (KÜPPER, PRODINGER, & WEINHANDL, 1955)	57
Abbildung 21: Ergebnisse der Tritiumisotopenmessungen : Die Werte der Windener Quelle von 1999 geplottet neben den Ergebnissen der Isotopenmessungen des an der meteorologischen Messstation Podersdorf gesammelten Niederschlags (1999 ÷ 2012) (<i>PAPESCH & RANK, 2000</i>) (<i>KRALIK et al., 2014</i>)	59

Abbildung 22: Jahresganglinien 2001: Schüttung an der Messstation Windener Quelle, Grundwasserstand Purbach und Niederschlag (Tagessummen) in Winden am See (BMLFUW – ABTEILUNG WASSERHAUSHALT, 2005)	60
Abbildung 23: Das ungefähre orographische Einzugsgebiet der Windener Quellen Die Messpunkte während der Begehung am 28. Juni 2014 wurden auf der Karte mit einem roten Viereck markiert und mit der Messpunktnummer aus dem Begehungsprotokoll gekennzeichnet.....	62
Abbildung 24: Mittlere Jahresniederschläge (mm/m²) in der Region Winden am See, Neusiedl am See und Zeilerberg (Startwert Regressionsgerade: 1987, Endwert Regressionsgerade: 2007) (ZAMG, 2014) (HYDROGRAPHISCHER DIENST IM ÖSTERREICH, 2005 ÷ 2014)	63
Abbildung 25: Mittlere Jahreslufttemperatur (°C) in der Region Neusiedl am See (Startwert Regressionsgerade: 1987, Endwert Regressionsgerade: 2007) (ZAMG, 2014) (HYDROGRAPHISCHER DIENST IM ÖSTERREICH, 2005 ÷ 2014).....	64
Abbildung 26: Vergleich der GZÜV- und WLVNB-Temperaturdaten der Messstelle Windener Quelle (1999 ÷ 2012), (Startdatum Regressionsgerade: 15.07.1992, Enddatum Regressionsgerade: 15.07.2012).....	66
Abbildung 27: Quellwassertemperatur der Windener Quelle in Mai zwischen 1955 und 2013 (Startdatum Regressionsgerade: 15.05.1955, Enddatum Regressionsgerade: 13.05.2013).....	66
Abbildung 28: Vergleich der hydrographische, GZÜV- bzw. WLVNB-elektrischen Leitfähigkeitsdaten der Messstelle Windener Quelle (1999 ÷ 2012), (Startdatum Regressionsgerade: 15.07.1992, Enddatum Regressionsgerade: 15.07.2012).....	67
Abbildung 29: Vergleich der hydrographische- und GZÜV- bzw. WLVNB-Quellschüttungsdaten der Messstelle Windener Quelle (1999 ÷ 2012), (Startdatum Regressionsgerade: 15.07.1992, Enddatum Regressionsgerade: 15.07.2012).....	68
Abbildung 30: Qualitative Überprüfung der GZÜV-Quellschüttungsmessungen der Messstelle Windener Quelle durch Gegenüberstellung der hydrographischen Messwerte an den GZÜV-Messtagen (1999 ÷ 2012), (Startdatum Regressionsgerade: 15.07.1992, Enddatum Regressionsgerade: 15.07.2012).....	69
Abbildung 31: Piper-Furtak-Diagramm erstellt aus den GZÜV-Daten von 2002 bis 2012 der Messstelle Windener Quelle	76
Abbildung 32: Schöller-Diagramm erstellt aus den GZÜV-Daten von 2002 bis 2012 der Messstelle Windener Quelle	76
Abbildung 33: Ergebnisse der Isotopenmessungen der bei der Begehung des orographischen Einzugsgebietes der Windener Quelle am 28. Juni 2014 entnommenen Proben, geplottet neben den Ergebnissen der Isotopenmessungen der an der meteorologischen Messstation Podersdorf gesammelten Niederschlagsdaten (2001 ÷ 2011) (KRALIK et al., 2014)	77
Abbildung 34: Temperaturtrends der ausgewählten Quellwässer (1992 ÷ 2012).....	97
Abbildung 35: Elektrische Leitfähigkeitstrends der ausgewählten Quellwässer (1992 ÷ 2012).....	98
Abbildung 36: Schüttungstrends der ausgewählten Quellwässer (1992 ÷ 2012).....	99
Abbildung 37: Sauerstoffgehaltstrends der ausgewählten Quellwässer (1992 ÷ 2012)	100
Abbildung 38: Gesetzlich festgelegtes Schongebiet der Windener Quellen innerhalb des angenommenen orographischen Einzugsgebietes (AMT DER BURGENLÄNDISCHEN LANDESREGIERUNG, 2014)	110
Abbildung 39: Darstellung der GZÜV-Messergebnisse für die Quellschüttung und den Sauerstoffgehalt der Messstelle Windener Quelle (2000 ÷ 2012), (Startdatum Regressionsgerade: 15.07.1992, Enddatum Regressionsgerade: 15.07.2012).....	111

Abbildung 40: Darstellung der GZÜV- und WLVNB- Messergebnisse für den Calciumgehalt der Messstelle Windener Quelle (1992 ÷ 2013), (Startdatum Regressionsgerade: 15.07.1992, Enddatum Regressionsgerade: 15.07.2012)	111
Abbildung 41: Darstellung der GZÜV- und WLVNB- Messergebnisse für den Natriumgehalt der Messstelle Windener Quelle (1992 ÷ 2013), (Startdatum Regressionsgerade: 15.07.1992, Enddatum Regressionsgerade: 15.07.2012)	112
Abbildung 42: Darstellung der GZÜV- und WLVNB- Messergebnisse für den Hydrogenkarbonatgehalt der Messstelle Windener Quelle (1992 ÷ 2013), (Startdatum Regressionsgerade: 15.07.1992, Enddatum Regressionsgerade: 15.07.2012).....	112
Abbildung 43: Darstellung der GZÜV- und WLVNB- Messergebnisse für den Chloridgehalt der Messstelle Windener Quelle (1992 ÷ 2013), (Startdatum Regressionsgerade: 15.07.1992, Enddatum Regressionsgerade: 15.07.2012)	113
Abbildung 44: Darstellung der GZÜV- und WLVNB- Messergebnisse für den Magnesiumgehalt der Messstelle Windener Quelle (1992 ÷ 2013), (Startdatum Regressionsgerade: 15.07.1992, Enddatum Regressionsgerade: 15.07.2012).....	113
Abbildung 45: Darstellung der GZÜV- und WLVNB- Messergebnisse für den Kaliumgehalt der Messstelle Windener Quelle (1992 ÷ 2013), (Startdatum Regressionsgerade: 15.07.1992, Enddatum Regressionsgerade: 15.07.2012)	114
Abbildung 46: Darstellung der GZÜV- und WLVNB- Messergebnisse für den Sulfatgehalt der Messstelle Windener Quelle (1992 ÷ 2013), (Startdatum Regressionsgerade: 15.07.1992, Enddatum Regressionsgerade: 15.07.2012)	114
Abbildung 47: Darstellung der GZÜV- und WLVNB- Messergebnisse für den Nitratgehalt der Messstelle Windener Quelle (1992 ÷ 2013), (Startdatum Regressionsgerade: 15.07.1992, Enddatum Regressionsgerade: 15.07.2012)	115
Abbildung 48: Darstellung der GZÜV- Messergebnisse für den Bor- und den DOC- Gehalt der Messstelle Windener Quelle (2000 ÷ 2012), (Startdatum Regressionsgerade: 15.07.1992, Enddatum Regressionsgerade: 15.07.2012)	115
Abbildung 49: Darstellung der aus den GZÜV- und WLVNB- Messungsergebnissen berechneten Na/Cl-Verhältnisse der Messstelle Windener Quelle (1992 ÷ 2013), (Startdatum Regressionsgerade: 15.07.1992, Enddatum Regressionsgerade: 15.07.2012).....	116
Abbildung 50: Darstellung der GZÜV- und WLVNB- Messergebnisse für den pH-Wert der Messstelle Windener Quelle (1992 ÷ 2013), (Startdatum Regressionsgerade: 15.07.1992, Enddatum Regressionsgerade: 15.07.2012).....	116
Abbildung 51: Darstellung der GZÜV- Messergebnisse für den Eisen- und den Ammoniumgehalt der Messstelle Windener Quelle (2000 ÷ 2012), (Startdatum Regressionsgerade: 15.07.1992, Enddatum Regressionsgerade: 15.07.2012).....	117
Abbildung 52: Darstellung der GZÜV- Messergebnisse für den Orthophosphat- und den AOX-Gehalt der Messstelle Windener Quelle (2000 ÷ 2012), (Startdatum Regressionsgerade: 15.07.1992, Enddatum Regressionsgerade: 15.07.2012).....	117
Abbildung 53: Darstellung der aus den GZÜV- und WLVNB- Messungsergebnissen berechneten HCO₃/(Cl+SO₄)-Verhältnisse der Messstelle Windener Quelle (1992 ÷ 2013), (Startdatum Regressionsgerade: 15.07.1992, Enddatum Regressionsgerade: 15.07.2012).....	118
Abbildung 54: Darstellung der aus den GZÜV- Messungsergebnissen berechneten Ca/Mg- und HCO₃/(Cl+SO₄)-Verhältnisse der Messstelle Windener Quelle (2000 ÷ 2012), (Startdatum Regressionsgerade: 15.07.1992, Enddatum Regressionsgerade: 15.07.2012).....	118
Abbildung 55: Darstellung der aus den GZÜV- und WLVNB- Messungsergebnissen berechneten Cl/SO₄-Verhältnisse der Messstelle Windener Quelle (1992 ÷ 2013), (Startdatum Regressionsgerade: 15.07.1992, Enddatum Regressionsgerade: 15.07.2012).....	119

Abbildung 56: Darstellung der aus den GZÜV -Messungsergebnisse berechneten Cl/NO₃- und Cl/SO₄-Verhältnisse der Messstelle Windener Quelle (2000 ÷ 2012), (Startdatum Regressionsgerade: 15.07.1992, Enddatum Regressionsgerade: 15.07.2012).....	119
Abbildung 57: Darstellung der aus den GZÜV -Messungsergebnissen berechneten Summe der Kationen und Anionen [mg/L] bzw. GZÜV -Messergebnisse für den Magnesiumgehalt der Messstelle Windener Quelle (2000 ÷ 2012), (Startdatum Regressionsgerade: 15.07.1992, Enddatum Regressionsgerade: 15.07.2012)	120
Abbildung 58: Darstellung der GZÜV -Messergebnisse für den Tetrachlorethen- und den Trichlorethengehalt der Messstelle Windener Quelle (2002 ÷ 2011), (Startdatum Regressionsgerade: 15.07.1992, Enddatum Regressionsgerade: 15.07.2012).....	120
Abbildung 59: Darstellung der GZÜV -Messergebnisse für den Zink- und den Kupfergehalt der Messstelle Windener Quelle (2002 ÷ 2011), (Startdatum Regressionsgerade: 15.07.1992, Enddatum Regressionsgerade: 15.07.2012)	121
Abbildung 60: Darstellung der GZÜV -Messergebnisse für den Atrazin- und Desethylatrazingehalts der Messstelle Windener Quelle (2000 ÷ 2011), (Startdatum Regressionsgerade: 15.07.1992, Enddatum Regressionsgerade: 15.07.2012).....	121

12. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Bei der Trendanalyse berücksichtigte Quellen	14
Tabelle 2: Berücksichtigte GZÜV-Parameter	16
Tabelle 3: Aus den GZÜV-Parametern berechnete hydrochemische Verhältnisse	16
Tabelle 4: Ausgewählte meteorologische Messstationen	17
Tabelle 5: Hydrochemische Einteilung der ausgewählten Quellwässer (<i>FURTAK & LANGGUTH, 1967</i>) (<i>KRALIK et al., 2005</i>).....	24
Tabelle 6: Unterteilung erdalkalisch-karbonatischer Wässer (Ca+Mg > 80 %, Na+K < 20 %) in Untertypen (<i>KRALIK et al., 2005</i>)	24
Tabelle 7: Ergebnisse der linearen Trendanalyse der mittleren Jahreslufttemperatur [°C] zwischen ca. 1987 und 2007 an ausgewählten meteorologischen Stationen.....	29
Tabelle 8: Ergebnisse der linearen Trendanalyse (%) der hydrologischen Parameter der hydrologischen- und GZÜV-Daten bzw. der hydrochemischen Parameter der GZÜV-Daten (1992 ÷ 2012)	32
Tabelle 9: Linearen Trendanalyse der hydrologischen Parameter der eHyd- und GZÜV-Daten bzw. der hydrochemischen Parameter der GZÜV-Daten (1992 ÷ 2012)	34
Tabelle 10: Ergebnisse der linearen Trendanalyse (%) der hydrologischen Parameter der eHyd- und GZÜV-Daten bzw. der hydrochemischen Parameter der GZÜV-Daten der Quellen mit signifikantem positiven Temperaturtrend (1992 ÷ 2012)	36
Tabelle 11: Linearen Trendanalyse der hydrologischen Parameter der eHyd- und GZÜV-Daten bzw. der hydrochemischen Parameter der GZÜV-Daten der Quellen mit signifikantem positiven Temperaturtrend (1992 ÷ 2012).....	38
Tabelle 12: Bei der Trendanalyse nicht berücksichtigte GZÜV-Parameter und aus den GZÜV-Parametern berechnete und bei der Trendanalyse nicht berücksichtigten Verhältnisse	41
Tabelle 13: Allgemeine Daten der Messstelle Windener Quelle (BMLFUW– ABTEILUNG WASSERHAUSHALT, 2005).....	48
Tabelle 14: Erläuterung zum geologischen Kartenausschnitt (<i>HERMANN, PASCHER & PIOSTOTNIK, 1993</i>)	54
Tabelle 15: Hydrologische und hydrochemische Daten der Windener Quellen aus dem Jahr 1955 (<i>KÜPPER, PRODINGER, & WEINHANDL, 1955</i>).....	58
Tabelle 16: Begehungsprotokoll des ungefähren orographischen Einzugsgebietes Windener Quellen am 28. Juni 2014	61
Tabelle 17: Die Ergebnisse der ² H- und δ ¹⁸ O- Isotopenmessungen , gesammelt während der Begehung des orographischen Einzugsgebietes der Windener Quelle am 28. Juni 2014	75
Tabelle 18: Stammdaten zur Bodenprofilstelle I (850 m entfernt von den Windener Quellen) (BMLFUW, 2014).....	101
Tabelle 19: Stammdaten zur Bodenprofilstelle II (870 m entfernt von den Windener Quellen) (BMLFUW, 2014).....	101
Tabelle 20: Stammdaten zur Bodenprofilstelle III (960 m entfernt von den Windener Quellen) (BMLFUW, 2014).....	102
Tabelle 21: Stammdaten zur Bodenprofilstelle IV (800 m entfernt von den Windener Quellen) (BMLFUW, 2014).....	102
Tabelle 22: Horizonte zur Bodenprofilstelle I (850 m entfernt von den Windener Quellen) (BMLFUW, 2014).....	103
Tabelle 23: Horizonte zur Bodenprofilstelle II (870 m entfernt von den Windener Quellen) (BMLFUW, 2014).....	104

Tabelle 24: Horizonte zur Bodenprofilstelle III (960 m entfernt von den Windener Quellen) (BMLFUW, 2014).....	105
Tabelle 25: Horizonte zur Bodenprofilstelle IV (800 m entfernt von den Windener Quellen) (BMLFUW, 2014).....	106
Tabelle 26: Begehungsfotos vom 2014.06.28, (Teil 1).....	107
Tabelle 27: Begehungsfotos vom 2014.06.28, (Teil 2).....	108
Tabelle 28: Begehungsfotos vom 2014.06.28 (Teil 3).....	109
Tabelle 29: Lineare Trendanalyse der Temperatur [°C] der ausgewählten Quellen auf Grund von hydrographische und GZÜV-Messdaten (1992 ÷ 2012), (Startdatum Regressionsgerade: 15.07.1992, Enddatum Regressionsgerade: 15.07.2012).....	122
Tabelle 30: Lineare Trendanalyse der elektrischen Leitfähigkeit (bei 25 °C) [µS/cm] der ausgewählten Quellen auf Grund von hydrographische und GZÜV-Messdaten (1992 ÷ 2012), (Startdatum Regressionsgerade: 15.07.1992, Enddatum Regressionsgerade: 15.07.2012).....	123
Tabelle 31: Lineare Trendanalyse der Quellschüttung [L/s] der ausgewählten Quellen auf Grund von hydrographische und GZÜV-Messdaten (1992 ÷ 2012), (Startdatum Regressionsgerade: 15.07.1992, Enddatum Regressionsgerade: 15.07.2012).....	124
Tabelle 32: Lineare Trendanalyse der Sauerstoffsättigung [mg/L] der ausgewählten Quellen auf Grund von GZÜV-Messungen (1992 ÷ 2012), (Startdatum Regressionsgerade: 15.07.1992, Enddatum Regressionsgerade: 15.07.2012).....	125
Tabelle 33: Lineare Trendanalyse des Calciumgehalts [mg/L] der ausgewählten Quellen auf Grund von GZÜV-Messungen (1992 ÷ 2012), (Startdatum Regressionsgerade: 15.07.1992, Enddatum Regressionsgerade: 15.07.2012).....	126
Tabelle 34: Lineare Trendanalyse des Hydrogenkarbonatgehalts [mg/L] der ausgewählten Quellen auf Grund von GZÜV-Messungen (1992 ÷ 2012), (Startdatum Regressionsgerade: 15.07.1992, Enddatum Regressionsgerade: 15.07.2012).....	127
Tabelle 35: Lineare Trendanalyse des Magnesiumgehalts [mg/L] der ausgewählten auf Grund von GZÜV-Messungen (1992 ÷ 2012), (Startdatum Regressionsgerade: 15.07.1992, Enddatum Regressionsgerade: 15.07.2012).....	128
Tabelle 36: Lineare Trendanalyse des Nitratgehalts [mg/L] der ausgewählten Quellen auf Grund von GZÜV-Messungen (1992 ÷ 2012), (Startdatum Regressionsgerade: 15.07.1992, Enddatum Regressionsgerade: 15.07.2012).....	129
Tabelle 37: Lineare Trendanalyse des Sulfatgehalts [mg/L] der ausgewählten Quellen auf Grund von GZÜV-Messungen (1992 ÷ 2012), (Startdatum Regressionsgerade: 15.07.1992, Enddatum Regressionsgerade: 15.07.2012).....	130
Tabelle 38: Lineare Trendanalyse des pH-Wertes der ausgewählten Quellen auf Grund von GZÜV-Messungen (1992 ÷ 2012), (Startdatum Regressionsgerade: 15.07.1992, Enddatum Regressionsgerade: 15.07.2012).....	131
Tabelle 39: Lineare Trendanalyse des Ca/Mg-Verhältnisses der ausgewählten Quellen auf Grund von GZÜV-Messungen (1992 ÷ 2012), (Startdatum Regressionsgerade: 15.07.1992, Enddatum Regressionsgerade: 15.07.2012).....	132
Tabelle 40: Lineare Trendanalyse der Summe (Kationen+Anionen) [mg/L] der ausgewählten Quellen auf Grund von GZÜV-Messungen (1992 ÷ 2012), (Startdatum Regressionsgerade: 15.07.1992, Enddatum Regressionsgerade: 15.07.2012).....	133
Tabelle 41: Lineare statistische Analyse des Kaliumgehalts [mg/L] der ausgewählten Quellen auf Grund von GZÜV-Messungen (1992 ÷ 2012), (Startdatum Regressionsgerade: 15.07.1992, Enddatum Regressionsgerade: 15.07.2012).....	134
Tabelle 42: Lineare statistische Analyse des Natriumgehalts [mg/L] der ausgewählten Quellen auf Grund von GZÜV-Messungen (1992 ÷ 2012), (Startdatum Regressionsgerade: 15.07.1992, Enddatum Regressionsgerade: 15.07.2012).....	135

Tabelle 43: Lineare statistische Analyse des Chloridgehalts [mg/L] der ausgewählten Quellen auf Grund von GZÜV -Messungen (1992 ÷ 2012), (Startdatum Regressionsgerade: 15.07.1992, Enddatum Regressionsgerade: 15.07.2012)	136
Tabelle 44: Lineare statistische Analyse des DOC-Gehalts [mg/L] der ausgewählten Quellen auf Grund von GZÜV -Messungen (1992 ÷ 2012), (Startdatum Regressionsgerade: 15.07.1992, Enddatum Regressionsgerade: 15.07.2012)	137

Anhang

Inhaltsverzeichnis CD

- Masterarbeit_Mühlmann.pdf
- GZÜV.pdf
- GZÜV+Ehyd.pdf
- GZÜV+Ehyd+GZÜV(Ehyd).pdf

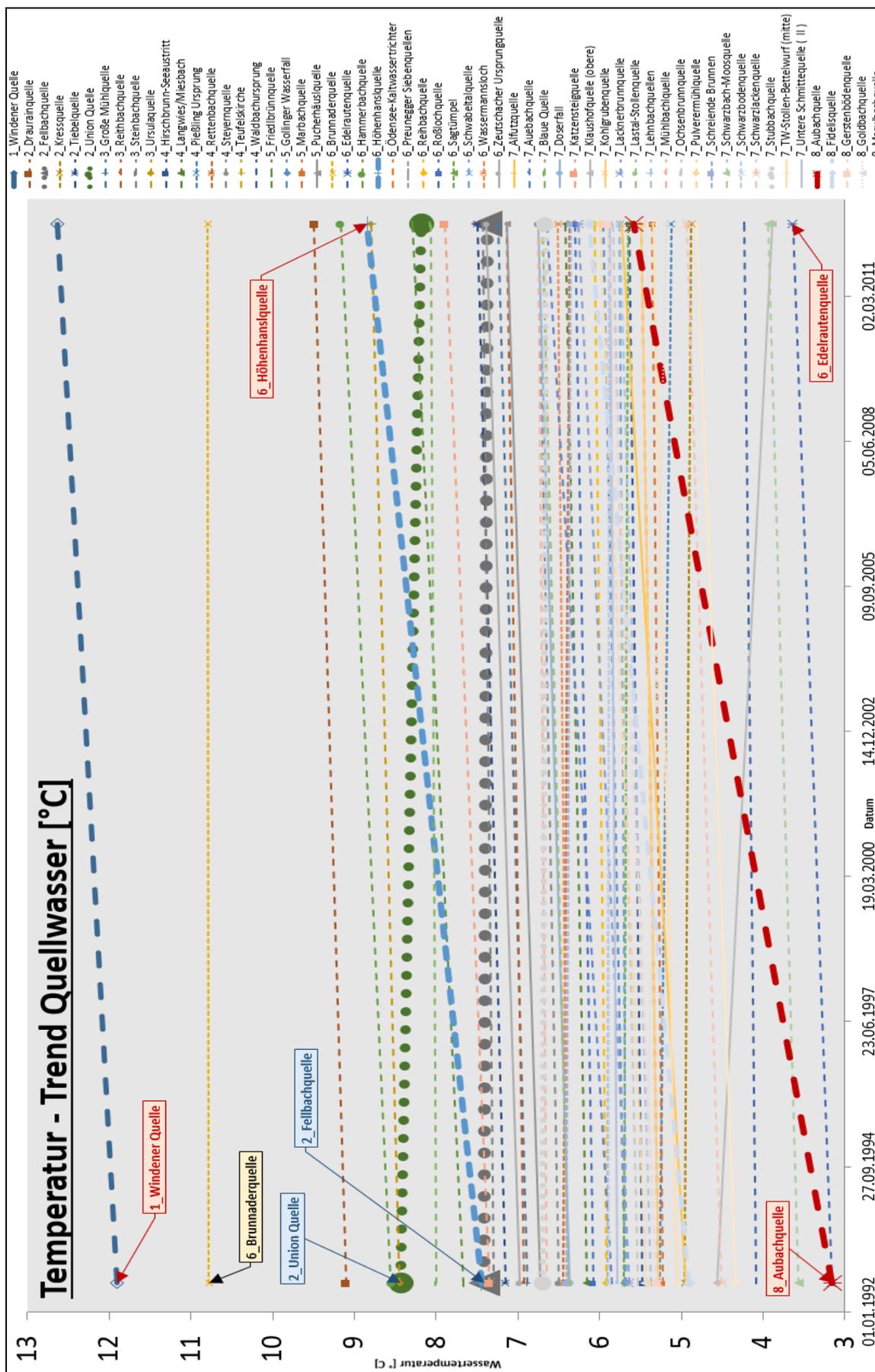


Abbildung 34: Temperatrends der ausgewählten Quellwässer (1992 ÷ 2012)

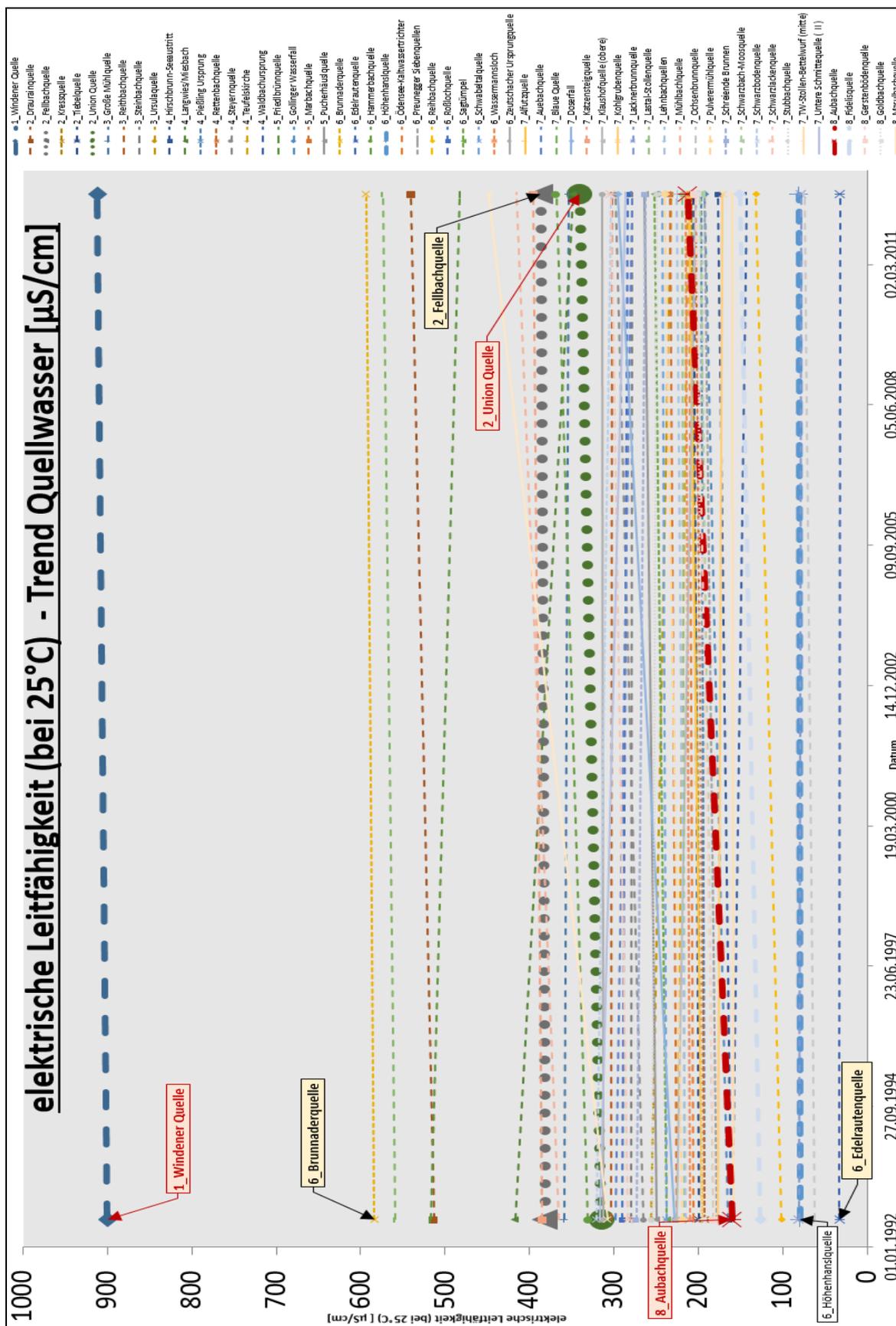


Abbildung 35: Elektrische Leitfähigkeitstrends der ausgewählten Quellwässer (1992 ÷ 2012)

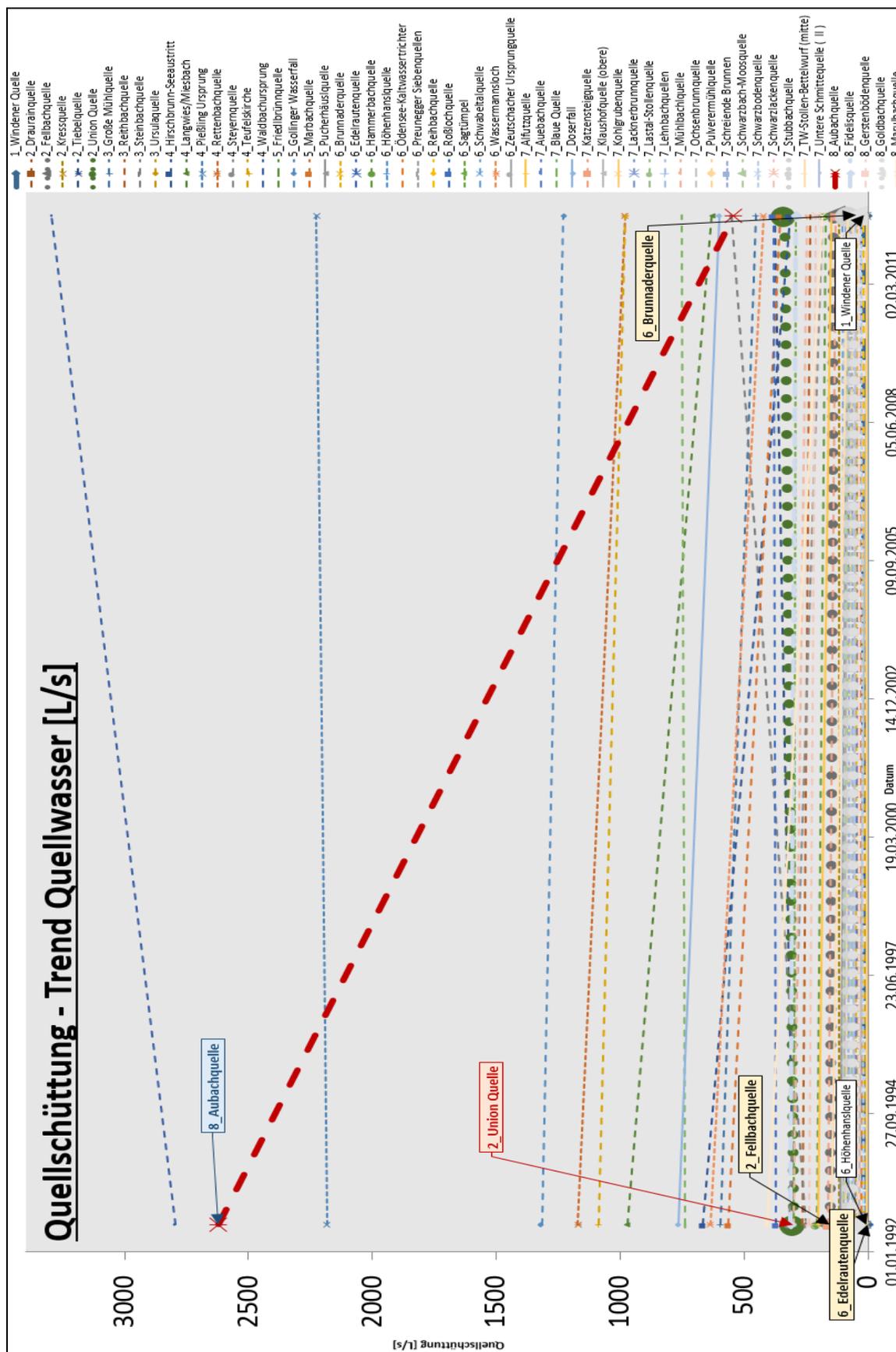


Abbildung 36: Schüttungstrends der ausgewählten Quellwässer (1992 ÷ 2012)

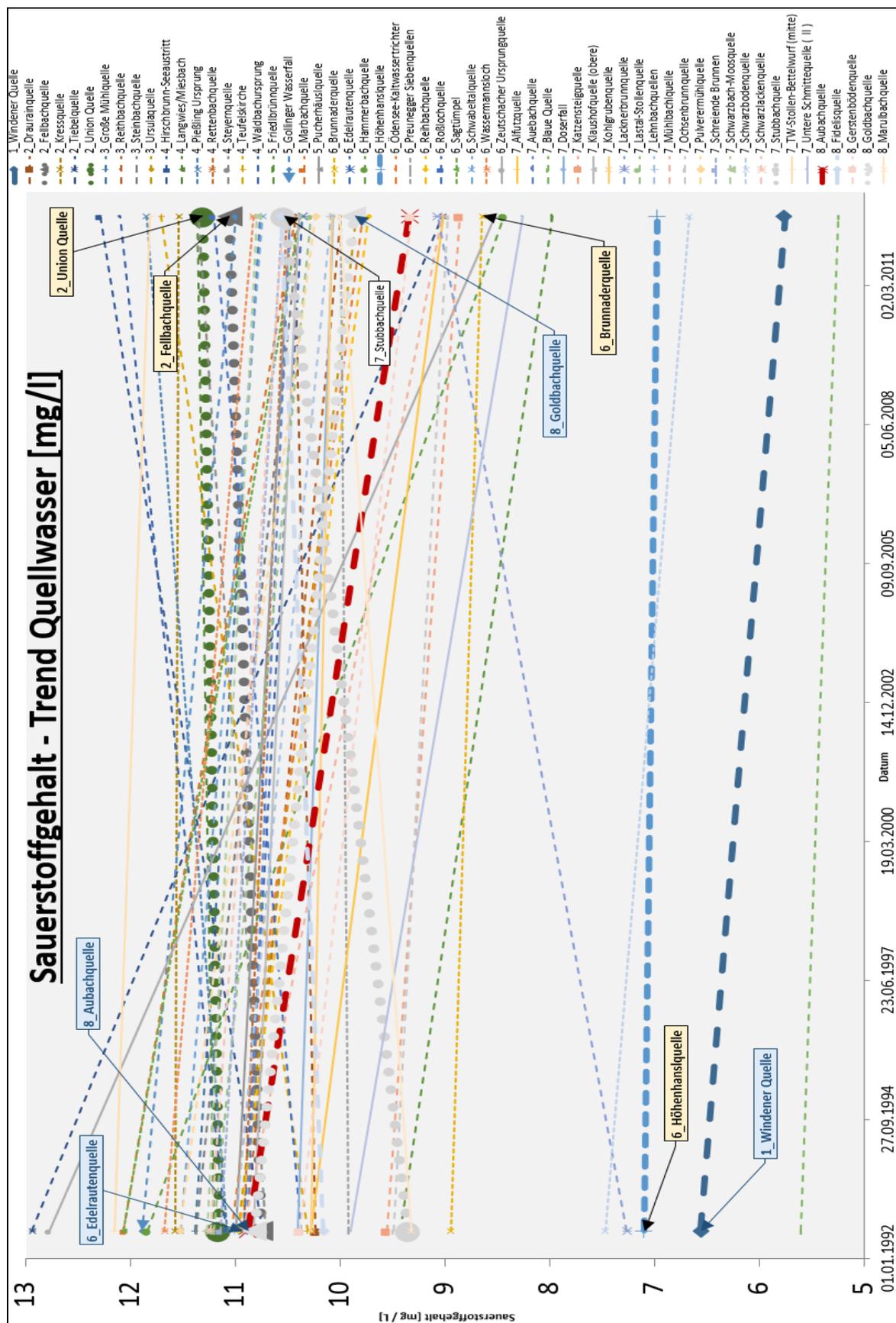


Abbildung 37: Sauerstoffgehaltstrends der ausgewählten Quellwässer (1992 ÷ 2012)

Tabelle 18: Stammdaten zur Bodenprofilstelle I (850 m entfernt von den Windener Quellen) (BMLFUW, 2014)

Kartierungsbereich	90
Profilnummer	90069
Kom	
Bundesland	Burgenland
Blatt	78-2N
Ortsgemeinde	Winden am See (südöstlich der Kote 201, Alter Berg)
Katastralgemeinde	
Kulturart	Weingarten
Seehöhe	200
Reliefart	Hangverflachung
Neigung	3 °
Ausrichtung	SO
Wasserverhältnisse	gut versorgt
Ausgangsmaterial	feines und grobes Kolluvialmaterial
Bodentyp	kalkhaltige Lockersediment-Braunerde
Anmerkung	Grus, Steine: Kalkschutt (detritärer Leithakalk)

Tabelle 19: Stammdaten zur Bodenprofilstelle II (870 m entfernt von den Windener Quellen) (BMLFUW, 2014)

Kartierungsbereich	90
Profilnummer	90076
Kom	
Bundesland	Burgenland
Blatt	78-2N
Ortsgemeinde	Winden am See (Alter Berg)
Katastralgemeinde	
Kulturart	Weingarten
Seehöhe	210
Reliefart	Mittelhang
Neigung	9 °
Ausrichtung	SO
Wasserverhältnisse	trocken
Ausgangsmaterial	Vorwiegend feines lößähnliches Lockermaterial
Bodentyp	kalkhaltige Kulturrehoboden
Anmerkung	

Tabelle 20: Stammdaten zur Bodenprofilstelle III (960 m entfernt von den Windener Quellen) (BMLFUW, 2014)

Kartierungsbereich	90
Profilnummer	90067
Kom	
Bundesland	Burgenland
Blatt	78-2N
Ortsgemeinde	Winden am See (südöstlich. der Kote 286, Königsberg)
Katastralgemeinde	
Kulturart	Weingarten
Seehöhe	180
Reliefart	Relief: Mittelhang
Neigung	4 °
Ausrichtung	SO
Wasserverhältnisse	mäßig trocken
Ausgangsmaterial	Kalkschutt (detritärer Leithakalk)
Bodentyp	kalkhaltige Felsbraunerde (schwach ausgeprägt)
Anmerkung	Grus, Steine: Kalkschutt

Tabelle 21: Stammdaten zur Bodenprofilstelle IV (800 m entfernt von den Windener Quellen) (BMLFUW, 2014)

Kartierungsbereich	90
Profilnummer	90063
Kom	
Bundesland	Burgenland
Blatt	78-2N
Ortsgemeinde	Winden am See (Südwest. der Kote 155)
Katastralgemeinde	
Kulturart	Ackerland
Seehöhe	145
Reliefart	flacher Rücken, eben
Neigung	
Ausrichtung	
Wasserverhältnisse	mäßig trocken
Ausgangsmaterial	vorwiegend feines Lockermaterial (Löß)
Bodentyp	Tschernosem
Anmerkung	Der im C1-Horizont analytisch festgestellte Humus ist visuell nicht erkennbar. Bis 150 cm Tiefe keine Änderung des C2-Horizontes

Tabelle 22: Horizonte zur **Bodenprofilstelle I** (850 m entfernt von den Windener Quellen) (BMLFUW, 2014)

Horizontabfolge	1	2	3
Horizont	Arig²	AB	D
Von [cm]	0	35	130
Bis [cm]	35	130	200
Bodenfeuchte	erdtrocken	erdfrisch	
Bodenart	sandiger Lehm	Lehm	
Grobanteil	hoher Grobanteil (Grus, Steine, 2 ÷ 10 cm Ø)	hoher Grobanteil (Grus, Steine, 2 ÷ 10 cm Ø)	Gesteinsverwitterung (detritärer Leithakalk)
Humusmenge	mittelhumos	schwach humos	
Humusform	Mull	Mull	
Kalkgehalt	stark kalkhaltig	mäßig kalkhaltig	stark kalkhaltig
Struktur	deutlich grobkrümelig	undeutlich grobkrümelig	
Porosität	mittelporös	mittelporös	
Zerdrückaufbrechbarkeit	leicht aufbrechbar	leicht zerdrückbar	
Farbe	dunkelbraun	dunkelgraubraun	
Munsellnummer	10 YR 4/3	10 YR 4/2	
Fleckung			
Konkretionen		einzelne Kalkkonkretionen (5 ÷ 20 mm Ø), ab 80 cm Tiefe Pseudomycel	
Durchwurzelung	stark durchwurzelt	gut bis nicht durchwurzelt	
Regenwurm-tätigkeit	mäßige Regenwurm-tätigkeit	mäßige bis keine Regenwurm-tätigkeit	
Übergang	absetzend	absetzend	
Entnahmetiefe [cm]	10	80	
Sand [%]	39	24	
Schluff [%]	44	49	
Ton [%]	17	27	
Humus [%]	1,5	1,2	
Kalk [%]	16,5	4,2	
Ph [nKCl]	7,1	6,9	

² rig - durch Rigolen veränderte Zone

Tabelle 23: Horizonte zur **Bodenprofilstelle II** (870 m entfernt von den Windener Quellen) (BMLFUW, 2014)

Horizontabfolge	1	2
Horizont	Arig³	C
Von [cm]	0	30
Bis [cm]	30	200
Bodenfeuchte	erdfrisch	erdfrisch
Bodenart	sandiger Schluff	lehmiger Sand
Grobanteil	mäßiger Grobanteil (Grus, Steine, 2 ÷ 10 cm Ø), Kalkschutt, Leithakalk	
Humusmenge	mittelhumos	Humusflecken, Krotowinen mit koprogenem Humus bis 50 cm Tiefe
Humusform	Mull	
Kalkgehalt	stark kalkhaltig	stark kalkhaltig
Struktur	undeutlich grobkrümelig	undeutlich mittelblockig/Kanten gerundet
Porosität	mittelporös	mittelporös
Zerdrückaufbrechbarkeit	leicht zerdrückbar	leicht zerdrückbar
Farbe	dunkelgraubraun	lichtgelblichbraun
Munsellnummer	10 YR 4/2	10 YR 6/4
Fleckung		
Konkretionen		mehrere Kalkkonkretionen (1 ÷ 20 mm Ø), pseudomycelartige Kalkausblühungen
Durchwurzelung	stark durchwurzelt	stark bis nicht durchwurzelt
Regenwurm-tätigkeit	mäßige Regenwurm-tätigkeit	mäßige bis keine Regenwurm-tätigkeit
Übergang	absetzend	bis 170 cm Tiefe keine Änderung des C-Horizontes
Entnahmetiefe [cm]	10	60
Sand [%]	22	38
Schluff [%]	63	52
Ton [%]	15	10
Humus [%]	1,7	0,4
Kalk [%]	33,0	29,3
Ph [nKCl]	7,5	7,5

³ rig - durch Rigolen veränderte Zone

Tabelle 24: Horizonte zur **Bodenprofilstelle III** (960 m entfernt von den Windener Quellen) (BMLFUW, 2014)

Horizontabfolge	1	2	3	4
Horizont	Arig⁴	ABv	ABvC	Cv
Von [cm]	0	30	45	60
Bis [cm]	30	45	60	200
Bodenfeuchte	erdfrisch	erdfrisch	erdfrisch	
Bodenart	sandiger Lehm	sandiger Lehm	sandiger Lehm	
Grobanteil	mäßiger Grobanteil (Grus, Steine, 2 ÷ 10 cm Ø)	mäßiger Grobanteil (Grus, Steine, 2 ÷ 10 cm Ø)	sehr hoher Grobanteil (Grus, Steine, Grobsteine, 2 ÷ 15 cm Ø)	Kalkschutt stark verwittert, daher vorwiegend grusig zerfallen, zum Teil sekundär verfestigt
Humusmenge	mittelhumos	mittelhumos	schwach humos	
Humusform	Mull	Mull	Mull	
Kalkgehalt	stark kalkhaltig	stark kalkhaltig	stark kalkhaltig	stark kalkhaltig
Struktur	deutlich grobkrümelig	deutlich grobkrümelig	undeutlich grobkrümelig	
Porosität	mittelporös	mittelporös	mittelporös	
Zerdrückaufbrechbarkeit	leicht zerdrückbar	leicht zerdrückbar	leicht zerdrückbar	
Farbe	dunkelgraubraun	dunkelbraun	Dunkelgelblichbraun	
Munsellnummer	10 YR 4/2	10 YR 4/3	10 YR 4/4	
Fleckung				
Konkretionen				
Durchwurzelung	stark durchwurzelt	stark durchwurzelt	gut durchwurzelt	wenig bis nicht durchwurzelt
Regenwurm-tätigkeit	mäßige Regenwurm-tätigkeit	mäßige Regenwurm-tätigkeit	geringe Regenwurm-tätigkeit	keine Regenwurm-tätigkeit
Übergang	übergehend	übergehend	absetzend	
Entnahmetiefe [cm]	10	35	50	
Sand [%]	50	45	46	
Schluff [%]	31	34	32	
Ton [%]	19	21	22	
Humus [%]	1,5	1,5	1,2	
Kalk [%]	14,9	13,6	26,0	
Ph [nKCl]	7,2	7,1	7,2	

⁴ rig-durch Rigolen veränderte Zone

Tabelle 25: Horizonte zur Bodenprofilstelle IV (800 m entfernt von den Windener Quellen) (BMLFUW, 2014)

Horizontabfolge	1	2	3	4
Horizont	Ap⁵	AC	C1	C2
Von [cm]	0	30	50	70
Bis [cm]	30	50	70	200
Bodenfeuchte	erdfrisch	erdfrisch	erdfrisch	erdfrisch
Bodenart	lehmiger Schluff	lehmiger Schluff	sandiger Schluff	lehmiger Schluff
Grobanteil	geringer Grobanteil (Grus, Steine, 2 ÷ 5 cm Ø)			
Humusmenge	mittelhumos	schwach humos		
Humusform	Mull	Mull		
Kalkgehalt	stark kalkhaltig	stark kalkhaltig	stark kalkhaltig	stark kalkhaltig
Struktur	deutlich grobkrümelig	deutlich grobkrümelig	undeutlich mittelblockig/ Kanten gerundet	undeutlich mittelblockig/ Kanten scharf
Porosität	mittelporös	mittelporös	mittelporös	schwach mittelporös
Zerdrückaufbrechbarkeit	leicht zerdrückbar	leicht zerdrückbar	leicht zerdrückbar	schwer zerdrückbar
Farbe	dunkelbraun	dunkelgelblichbraun	lichtgelblichbraun	lichtgelblichbraun
Munsellnummer	10 YR 3/3	10 YR 4/4	10 YR 6/4	2,5 Y 6/3
Fleckung				mehrere deutliche Rostflecken, braun (7,5 YR 5/8), einzelne deutliche mittlere Gleyflecken, blaßbraun (10 YR 6/3), Fleckung inaktuell (vermutlich ehemaliger Staukörper, etwas verdichtet)
Konkretionen		einzelne Kalkkonkretionen (5 ÷ 20 mm Ø)	mehrere Kalkkonkretionen (5 ÷ 30 mm Ø), Pseudomycel	viele Kalkkonkretionen (5 ÷ 100 mm Ø), außerdem treten sie zwischen 70 und 75 cm Tiefe bandförmig z. T. verkittet auf, Pseudomycel
Durchwurzelung	stark durchwurzelt	stark durchwurzelt	gut durchwurzelt	gut bis nicht durchwurzelt
Regenwurm-tätigkeit	starke Regenwurm-tätigkeit	mäßige Regenwurm-tätigkeit	mäßige Regenwurm-tätigkeit	mäßige bis keine Regenwurm-tätigkeit
Übergang	übergehend	übergehend	absetzend	
Entnahmetiefe [cm]	15	40	60	90
Sand [%]	19	16	19	6
Schluff [%]	57	62	67	74
Ton [%]	24	22	14	20
Humus [%]	1,9	1,0	0,5	0,0
Kalk [%]	12,0	17,3	18,6	17,5
Ph [nKCl]	7,3	7,5	7,5	7,5

⁵ P - durch Pflugarbeit beeinflusste Zone

Tabelle 26: Begehungsfotos vom 2014.06.28, (Teil 1)

1

**Überlauf Windener Quelle (16,74464 °; 47,95861 °)**

2

**nördliche orographische Grenze (16,74613 °; 47,96234 °)**

3

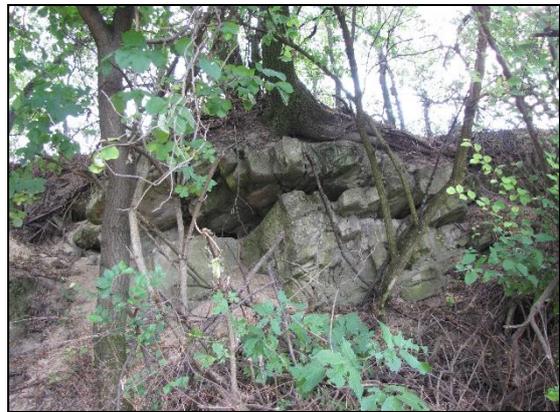
**Weingarten /Waldrand (16,73781 °; 47,96746 °)**

Tabelle 27: Begehungsfotos vom 2014.06.28, (Teil 2)

7

**Wasserreservoir (16,73319 °; 47,96009 °)**

8

**Anstehender Leithakalk (16,74309 °; 47,959 °)**

9

**Abfluss Richtung Neusiedler See (16,76306 °; 47,94317 °)**

Tabelle 28: Begehungsfotos vom 2014.06.28 (Teil 3)

10



Ochsenbrunnen (16,78638 °; 47,98225 °)

11



Pfaffa Bründl (16,77677 °; 47,97667 °)

12



Zeiler Brunnen (16,7541 °; 47,97966 °)

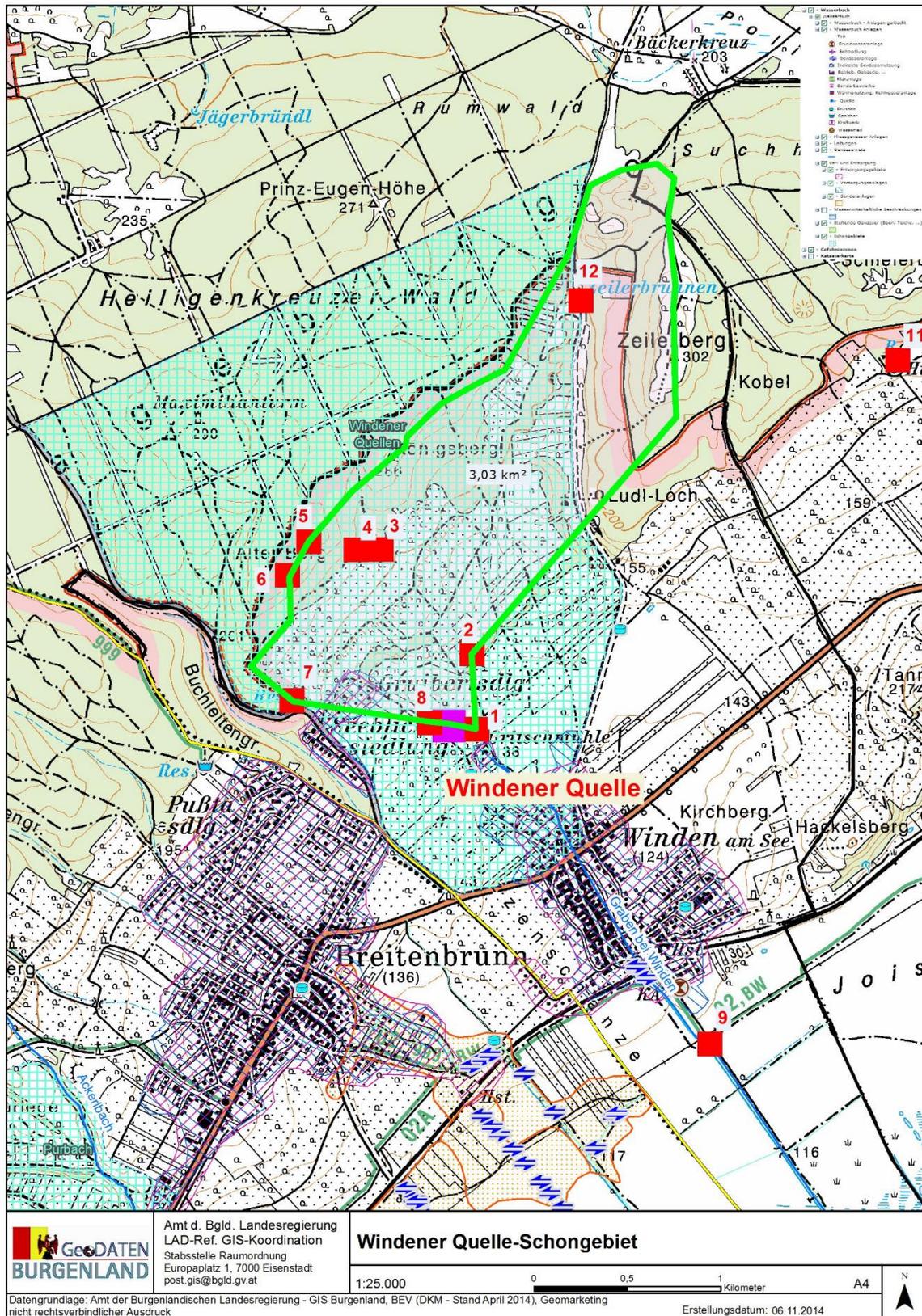


Abbildung 38: Gesetzlich festgelegtes Schongebiet der **Windener Quellen** innerhalb des angenommenen orographischen Einzugsgebietes (AMT DER BURGENLÄNDISCHEN LANDESREGIERUNG, 2014)

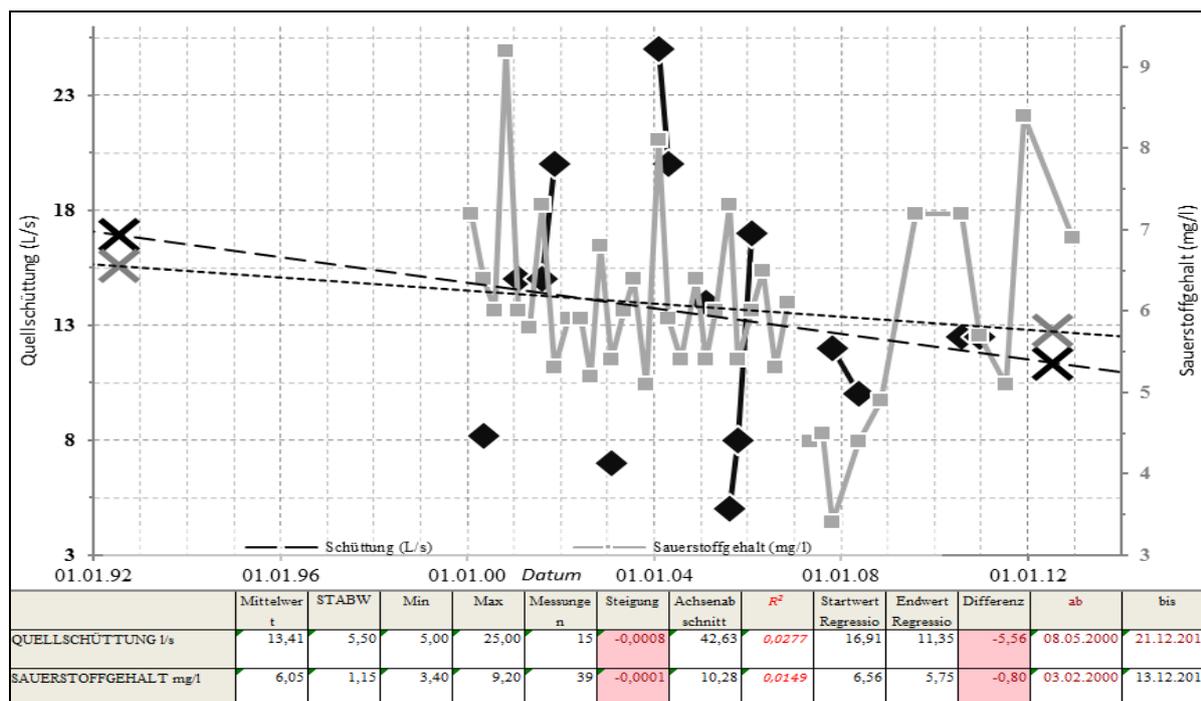


Abbildung 39: Darstellung der **GZÜV**-Messergebnisse für die **Quellschüttung** und den **Sauerstoffgehalt** der Messstelle **Windener Quelle** (2000 ÷ 2012), (Startdatum Regressionsgerade: 15.07.1992, Enddatum Regressionsgerade: 15.07.2012)

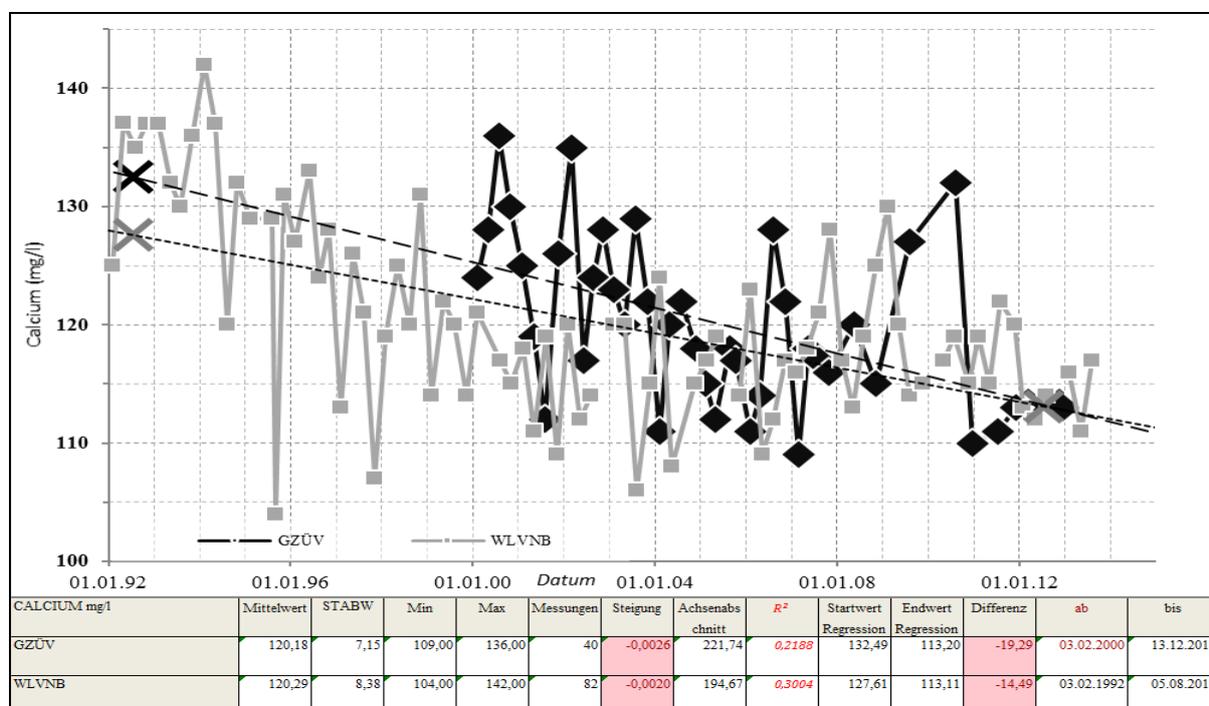


Abbildung 40: Darstellung der **GZÜV**- und **WLNVB**-Messergebnisse für den **Calciumgehalt** der Messstelle **Windener Quelle** (1992 ÷ 2013), (Startdatum Regressionsgerade: 15.07.1992, Enddatum Regressionsgerade: 15.07.2012)

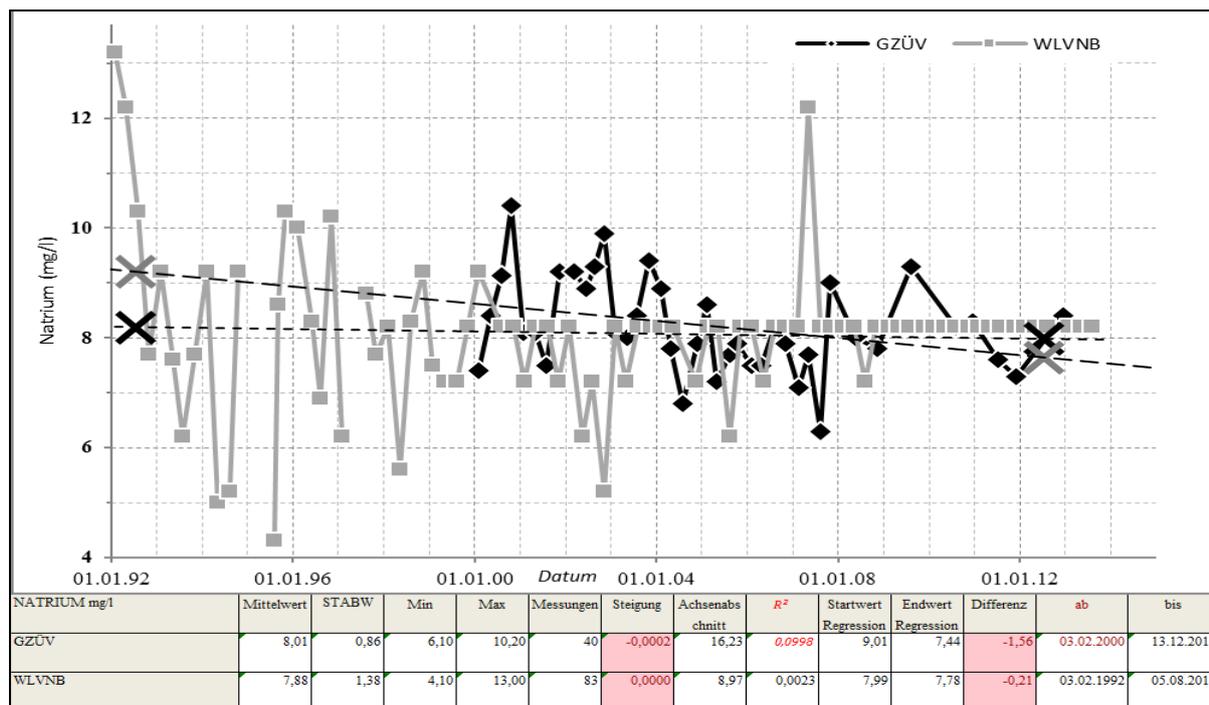


Abbildung 41: Darstellung der **GZÜV-** und **WLVNB-**Messergebnisse für den **Natriumgehalt** der Messstelle **Windener Quelle** (1992 ÷ 2013), (Startdatum Regressionsgerade: 15.07.1992, Enddatum Regressionsgerade: 15.07.2012)

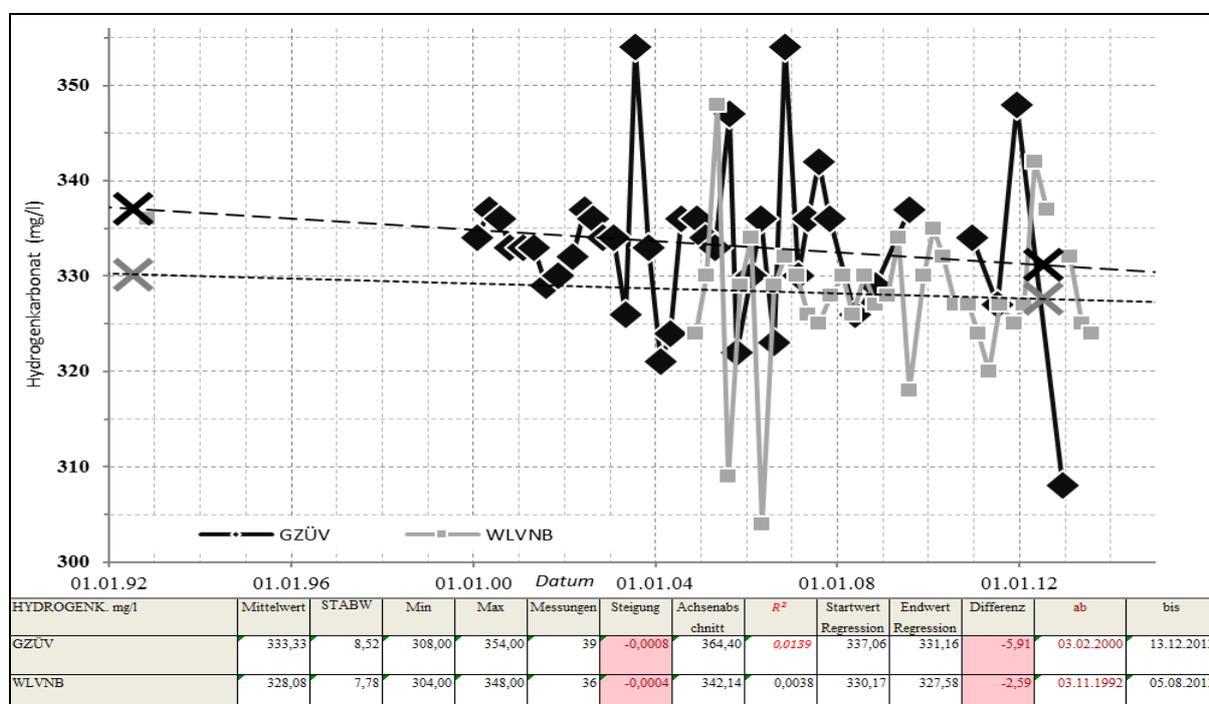


Abbildung 42: Darstellung der **GZÜV-** und **WLVNB-**Messergebnisse für den **Hydrogenkarbonatgehalt** der Messstelle **Windener Quelle** (1992 ÷ 2013), (Startdatum Regressionsgerade: 15.07.1992, Enddatum Regressionsgerade: 15.07.2012)

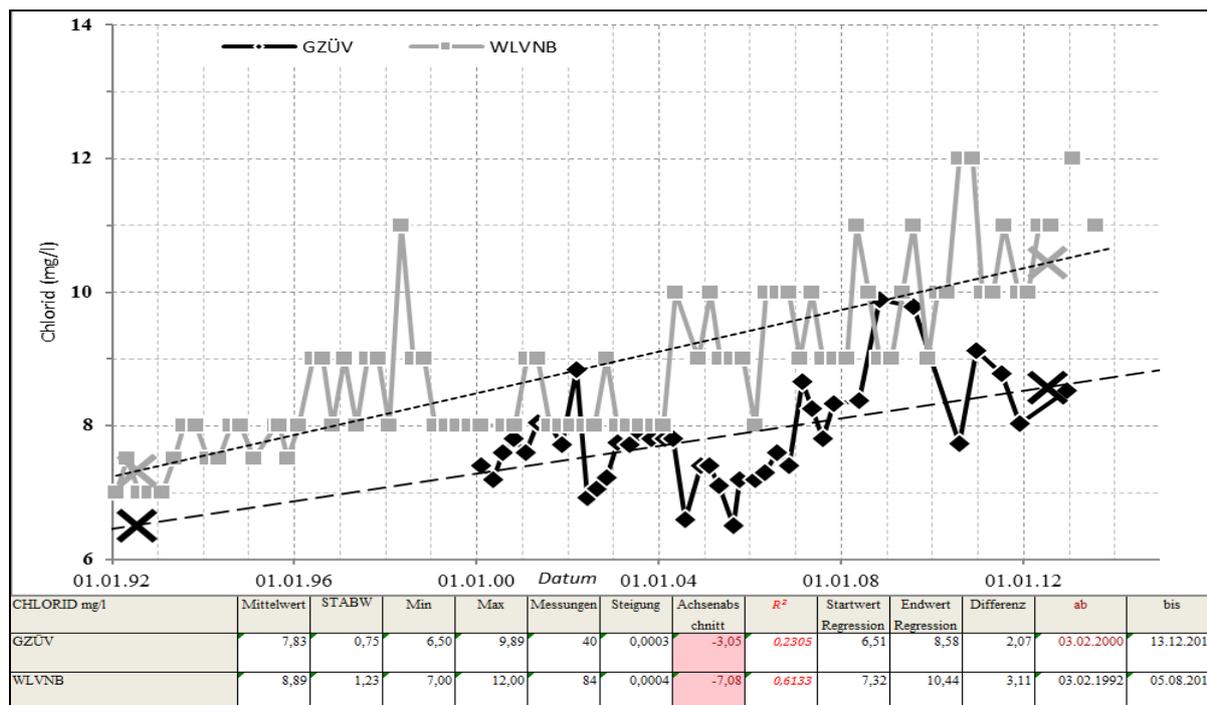


Abbildung 43: Darstellung der **GZÜV-** und **WLVNB-**Messergebnisse für den **Chloridgehalt** der Messstelle **Windener Quelle** (1992 ÷ 2013), (Startdatum Regressionsgerade: 15.07.1992, Enddatum Regressionsgerade: 15.07.2012)

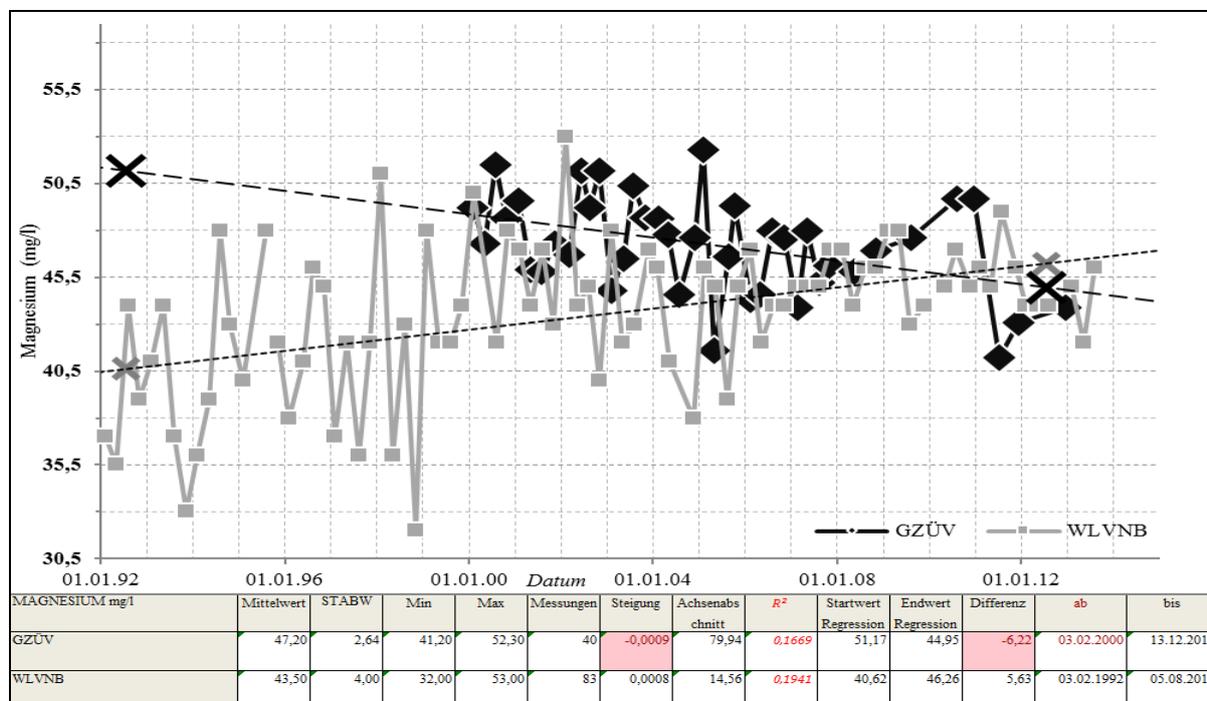


Abbildung 44: Darstellung der **GZÜV-** und **WLVNB-**Messergebnisse für den **Magnesiumgehalt** der Messstelle **Windener Quelle** (1992 ÷ 2013), (Startdatum Regressionsgerade: 15.07.1992, Enddatum Regressionsgerade: 15.07.2012)

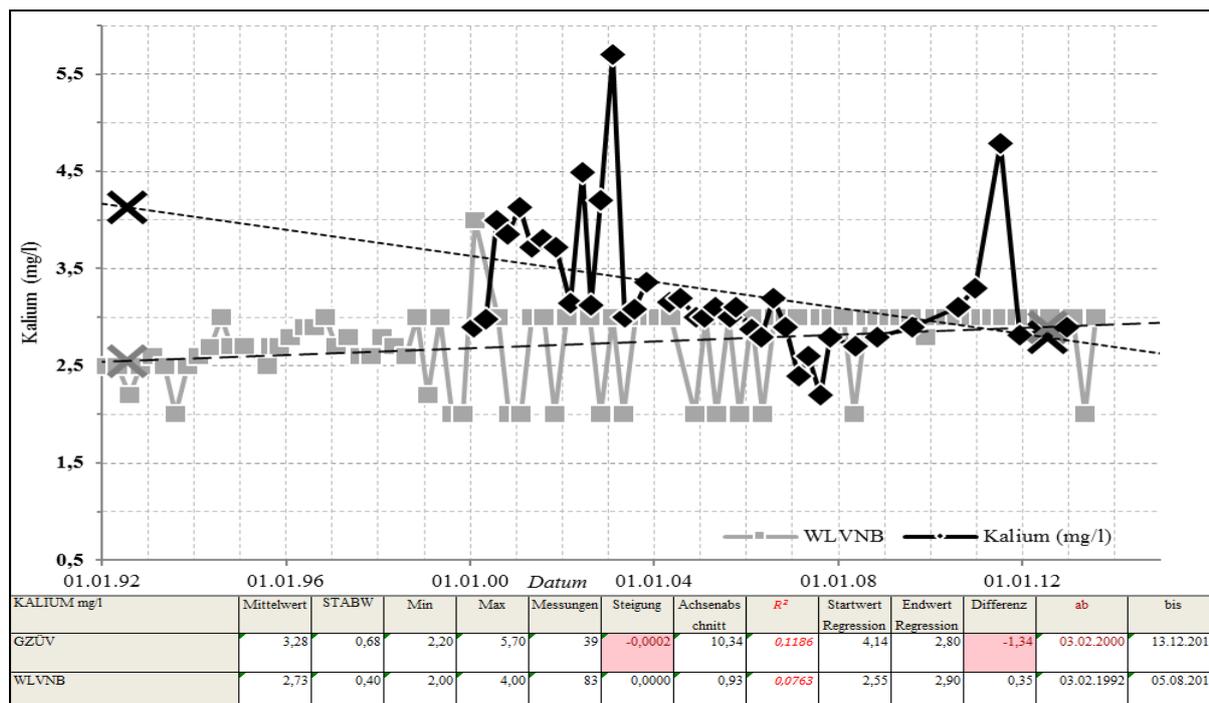


Abbildung 45: Darstellung der **GZÜV-** und **WLVNB-**Messergebnisse für den **Kaliumgehalt** der Messstelle **Windener Quelle** (1992 ÷ 2013), (Startdatum Regressionsgerade: 15.07.1992, Enddatum Regressionsgerade: 15.07.2012)

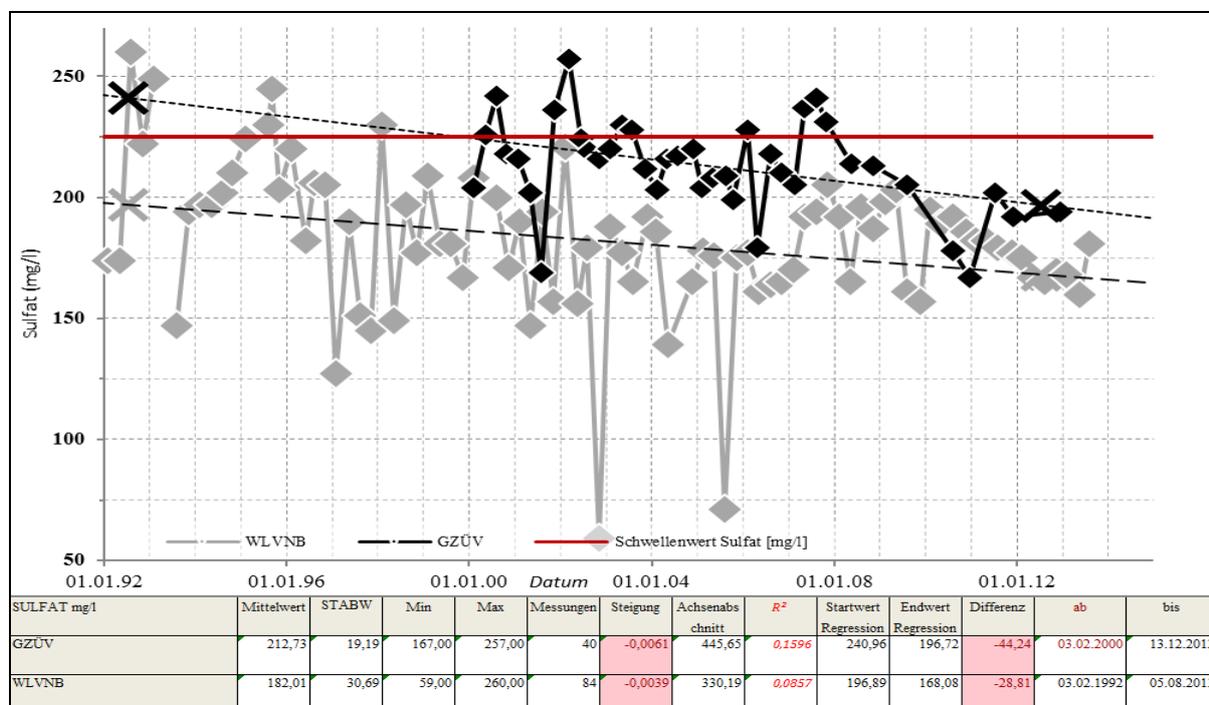


Abbildung 46: Darstellung der **GZÜV-** und **WLVNB-**Messergebnisse für den **Sulfatgehalt** der Messstelle **Windener Quelle** (1992 ÷ 2013), (Startdatum Regressionsgerade: 15.07.1992, Enddatum Regressionsgerade: 15.07.2012)

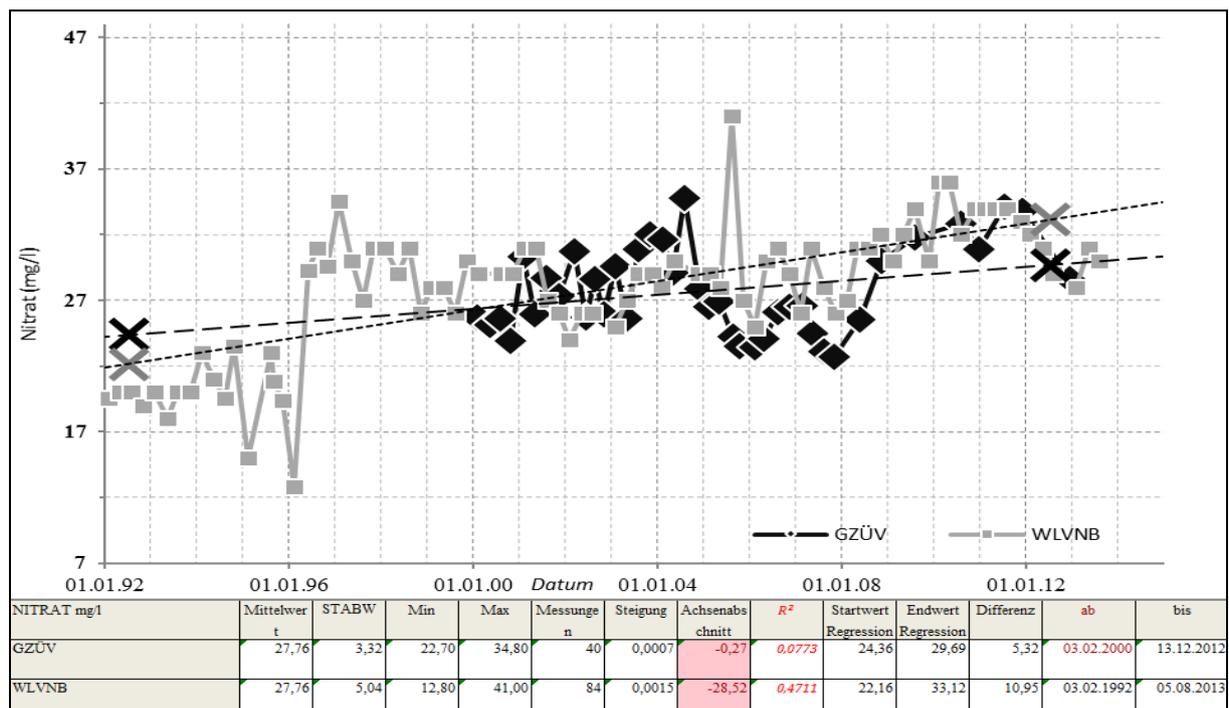


Abbildung 47: Darstellung der **GZÜV-** und **WLVNB-**Messergebnisse für den **Nitratgehalt** der Messstelle **Windener Quelle** (1992 ÷ 2013), (Startdatum Regressionsgerade: 15.07.1992, Enddatum Regressionsgerade: 15.07.2012)

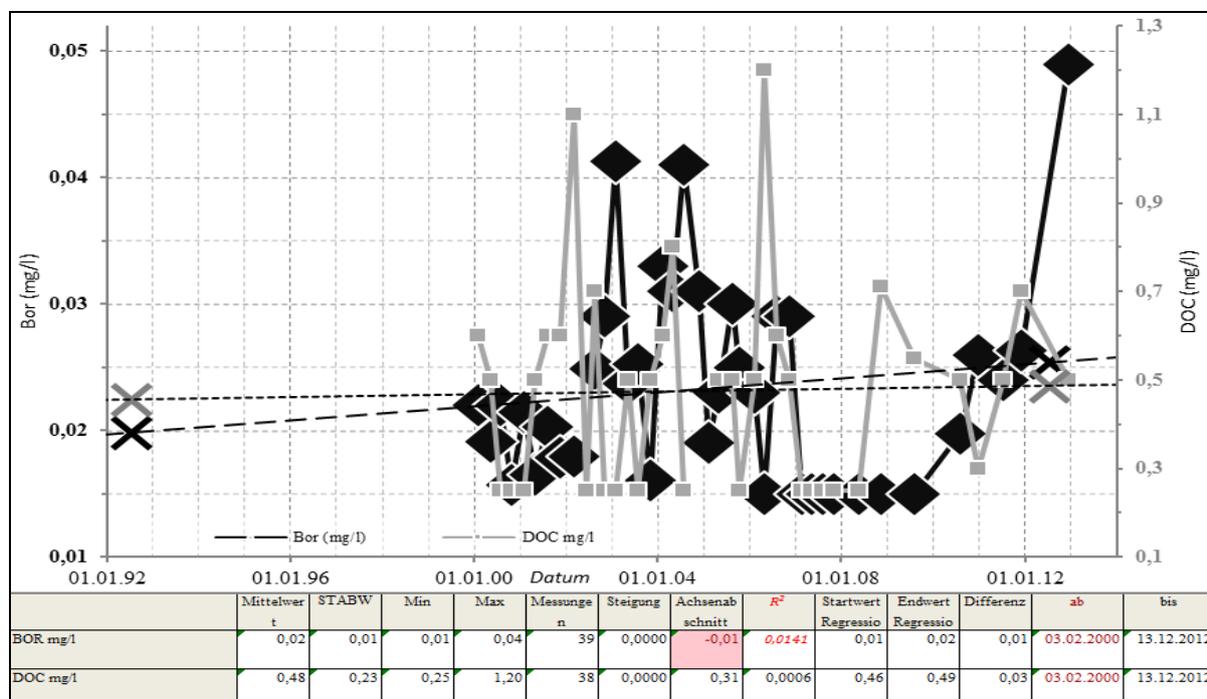


Abbildung 48: Darstellung der **GZÜV-**Messergebnisse für den **Bor-** und den **DOC-**Gehalt der Messstelle **Windener Quelle** (2000 ÷ 2012), (Startdatum Regressionsgerade: 15.07.1992, Enddatum Regressionsgerade: 15.07.2012)

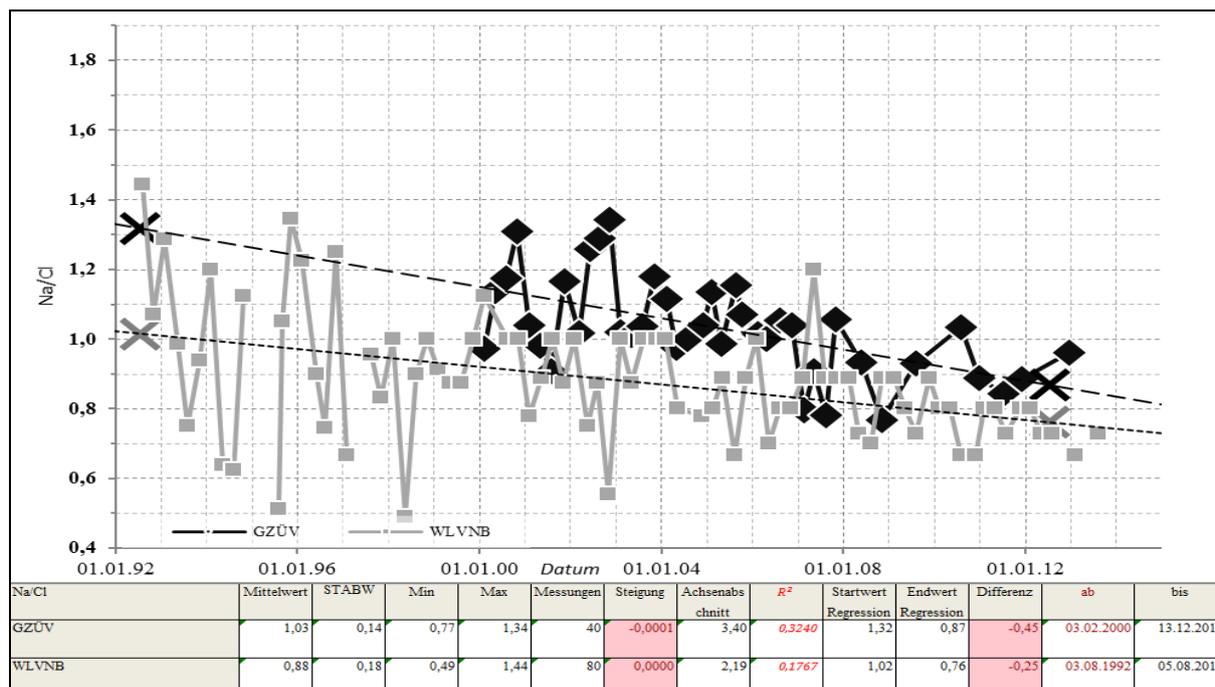


Abbildung 49: Darstellung der aus den **GZÜV-** und **WLVNB-**Messungsergebnissen berechneten **Na/Cl-Verhältnisse** der Messstelle **Windener Quelle** (1992 ÷ 2013), (Startdatum Regressionsgerade: 15.07.1992, Enddatum Regressionsgerade: 15.07.2012)

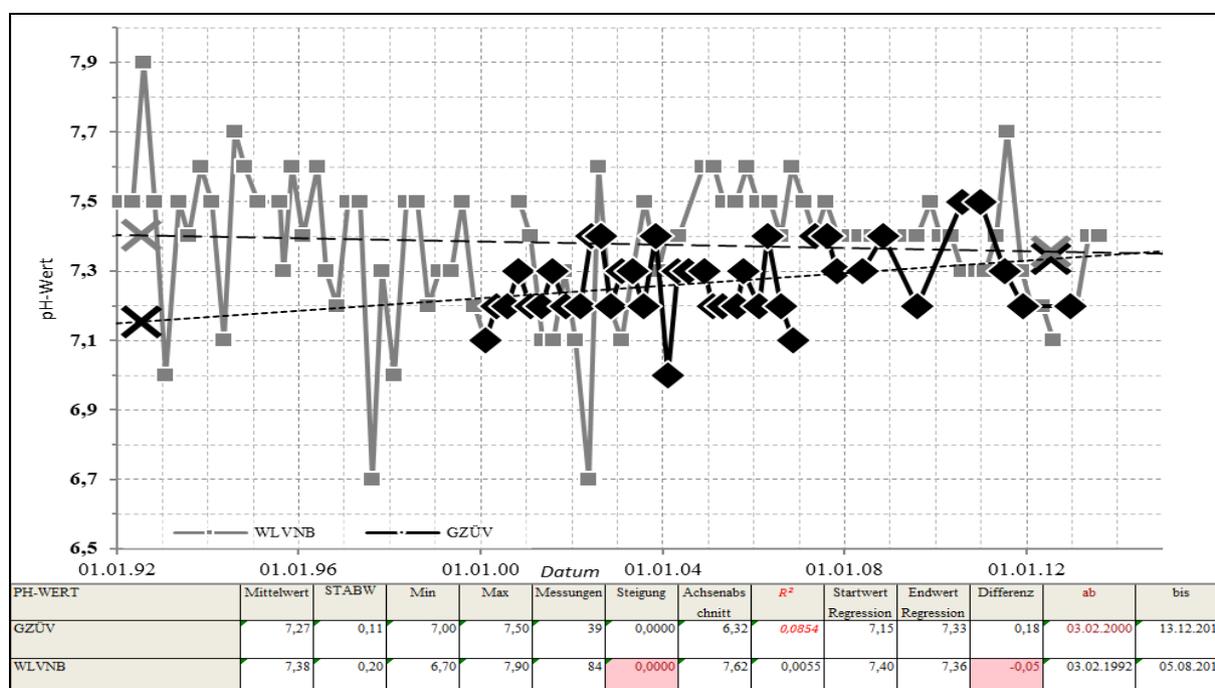


Abbildung 50: Darstellung der **GZÜV-** und **WLVNB-**Messergebnisse für den **pH-Wert** der Messstelle **Windener Quelle** (1992 ÷ 2013), (Startdatum Regressionsgerade: 15.07.1992, Enddatum Regressionsgerade: 15.07.2012)

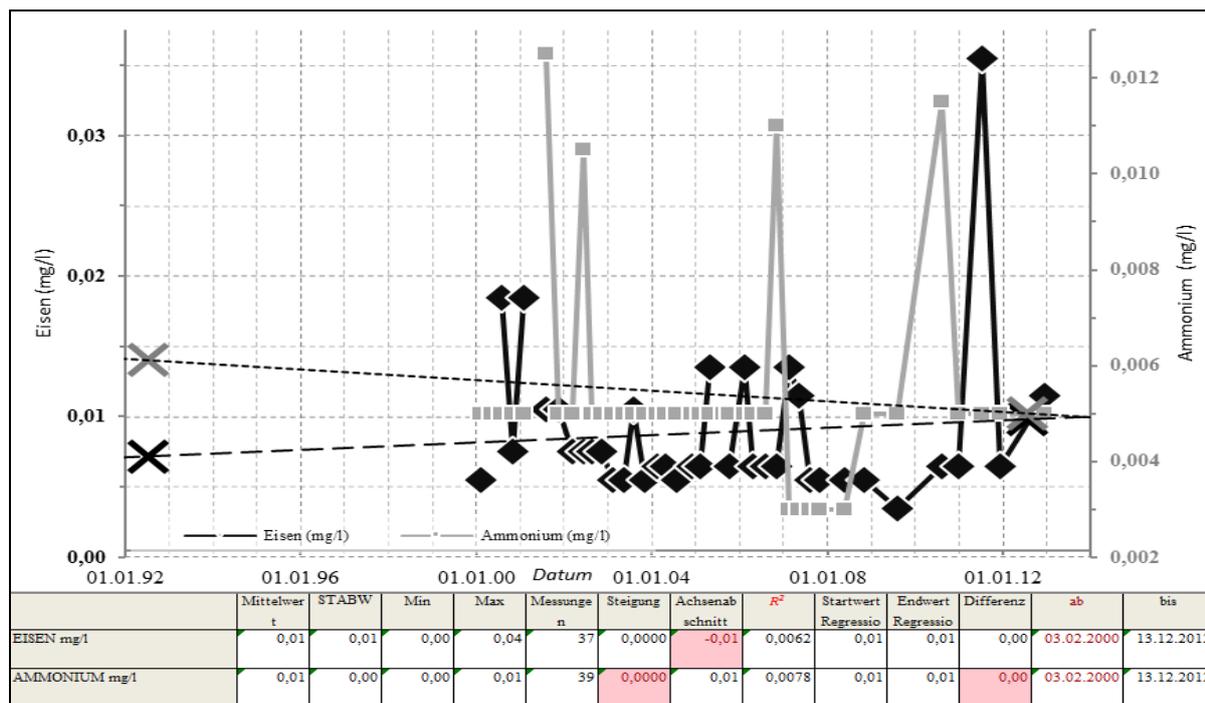


Abbildung 51: Darstellung der **GZÜV**-Messergebnisse für den **Eisen**- und den **Ammoniumgehalt** der Messstelle **Windener Quelle** (2000 ÷ 2012), (Startdatum Regressionsgerade: 15.07.1992, Enddatum Regressionsgerade: 15.07.2012)

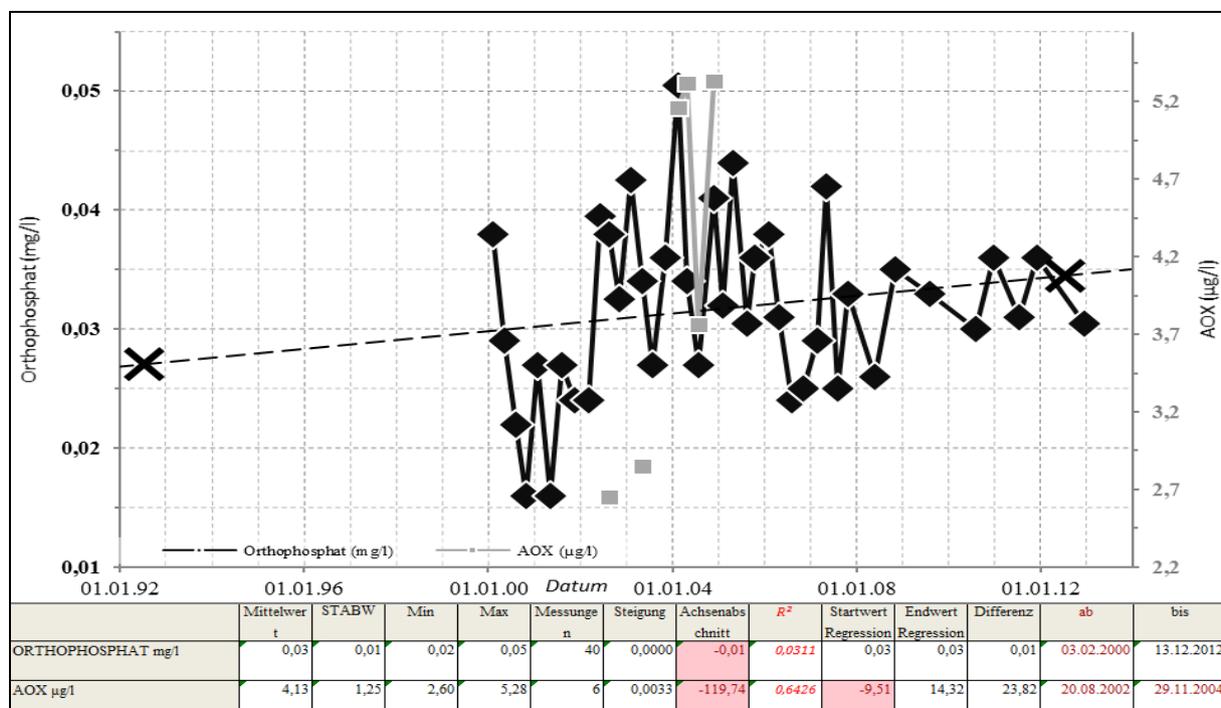


Abbildung 52: Darstellung der **GZÜV**-Messergebnisse für den **Orthophosphat**- und den **AOX-Gehalt** der Messstelle **Windener Quelle** (2000 ÷ 2012), (Startdatum Regressionsgerade: 15.07.1992, Enddatum Regressionsgerade: 15.07.2012)

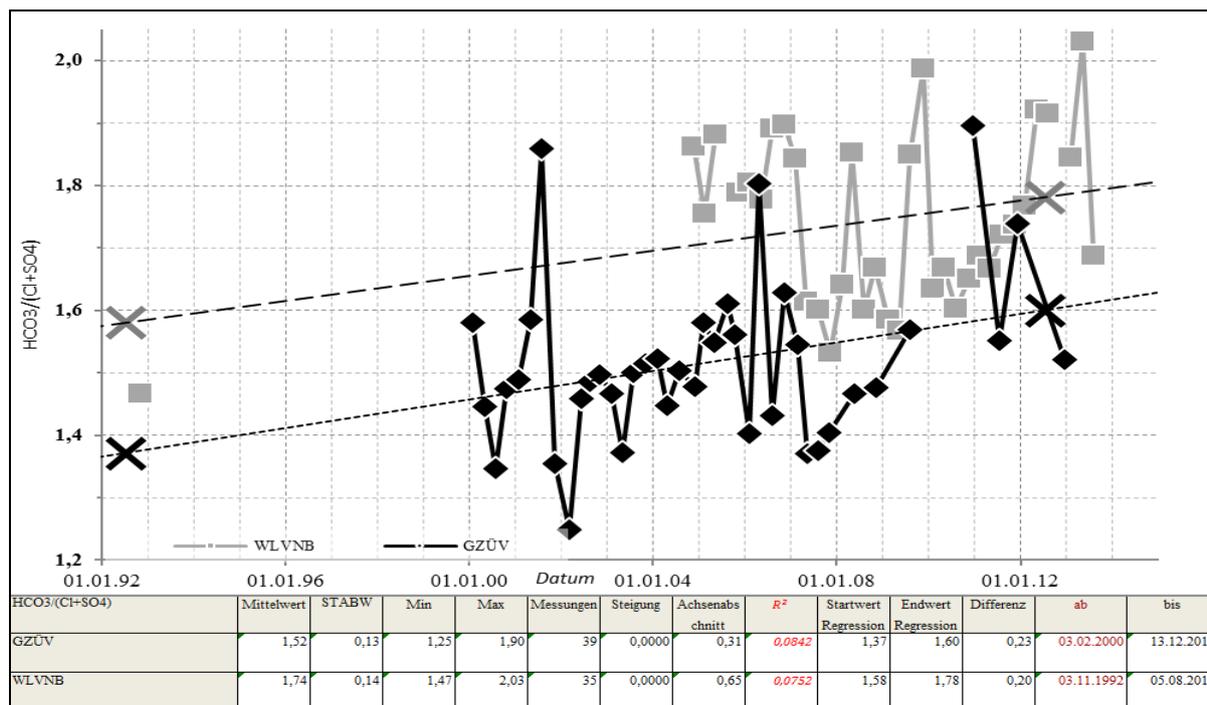


Abbildung 53: Darstellung der aus den **GZÜV-** und **WLVNB-**Messungsergebnissen berechneten **HCO₃/(Cl+SO₄)-Verhältnisse** der Messstelle **Windener Quelle** (1992 ÷ 2013), (Startdatum Regressionsgerade: 15.07.1992, Enddatum Regressionsgerade: 15.07.2012)

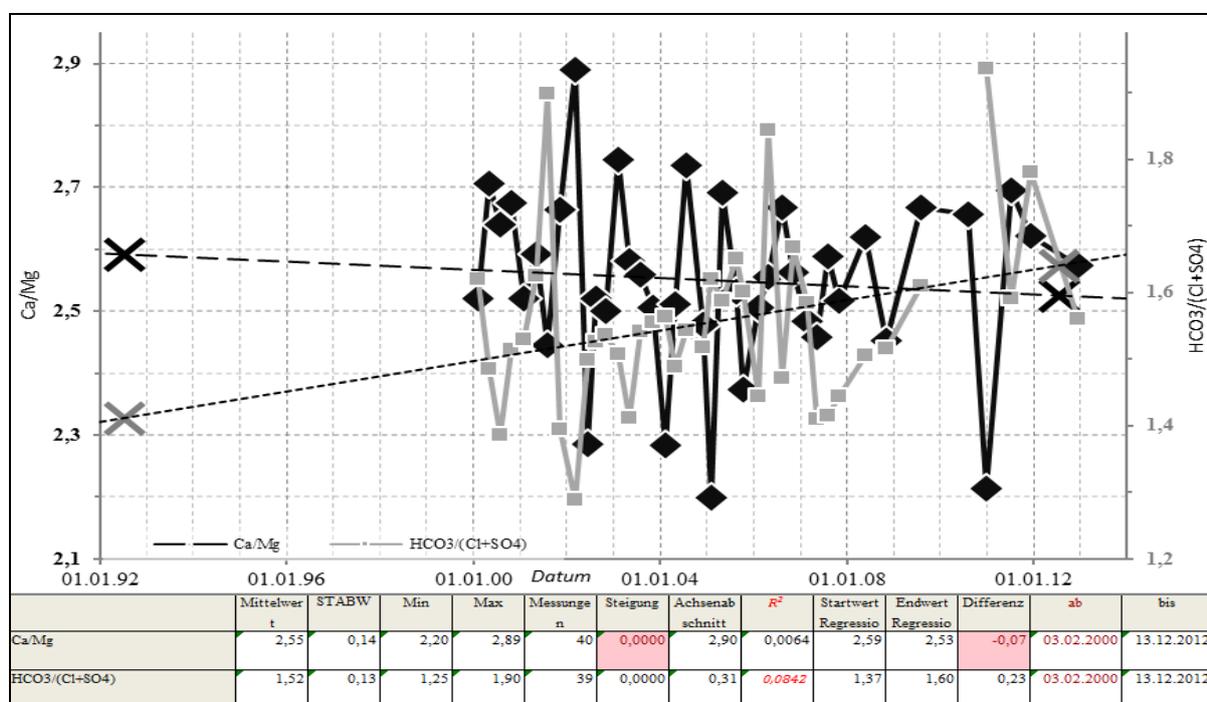


Abbildung 54: Darstellung der aus den **GZÜV-**Messungsergebnissen berechneten **Ca/Mg-** und **HCO₃/(Cl+SO₄)-Verhältnisse** der Messstelle **Windener Quelle** (2000 ÷ 2012), (Startdatum Regressionsgerade: 15.07.1992, Enddatum Regressionsgerade: 15.07.2012)

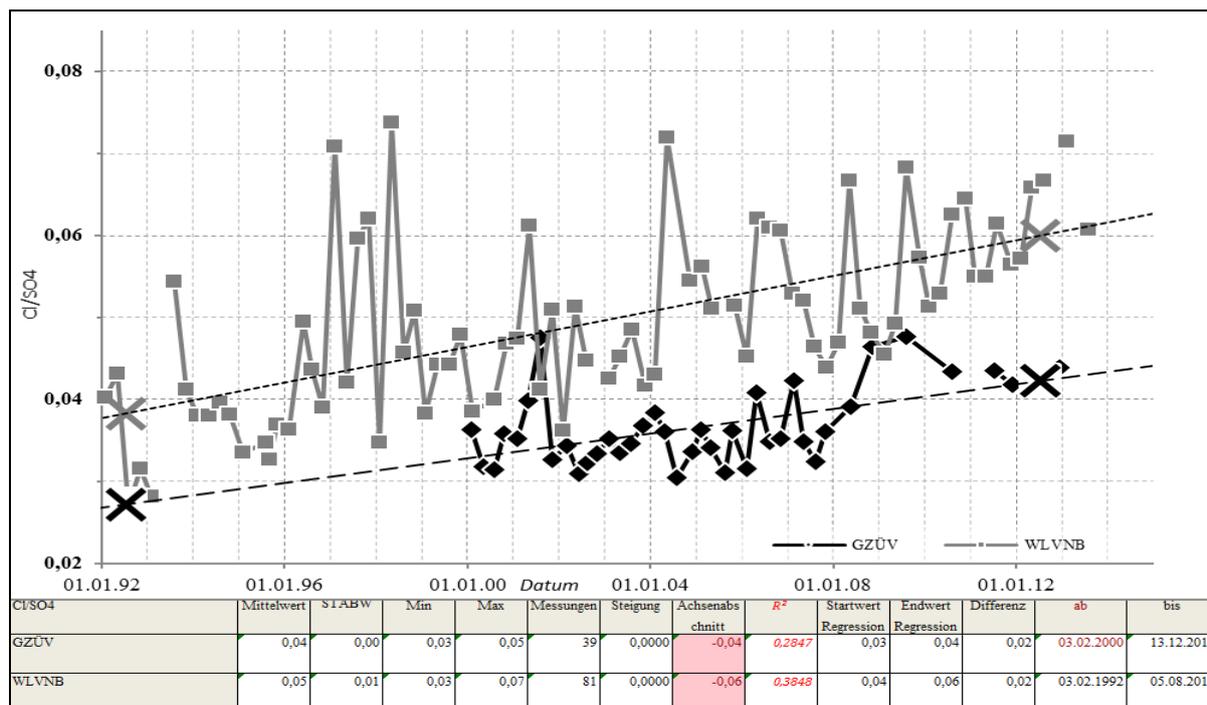


Abbildung 55: Darstellung der aus den **GZÜV-** und **WLVNB-**Messungsergebnissen berechneten **Cl/SO₄-Verhältnisse** der Messstelle **Windener Quelle** (1992 ÷ 2013), (Startdatum Regressionsgerade: 15.07.1992, Enddatum Regressionsgerade: 15.07.2012)

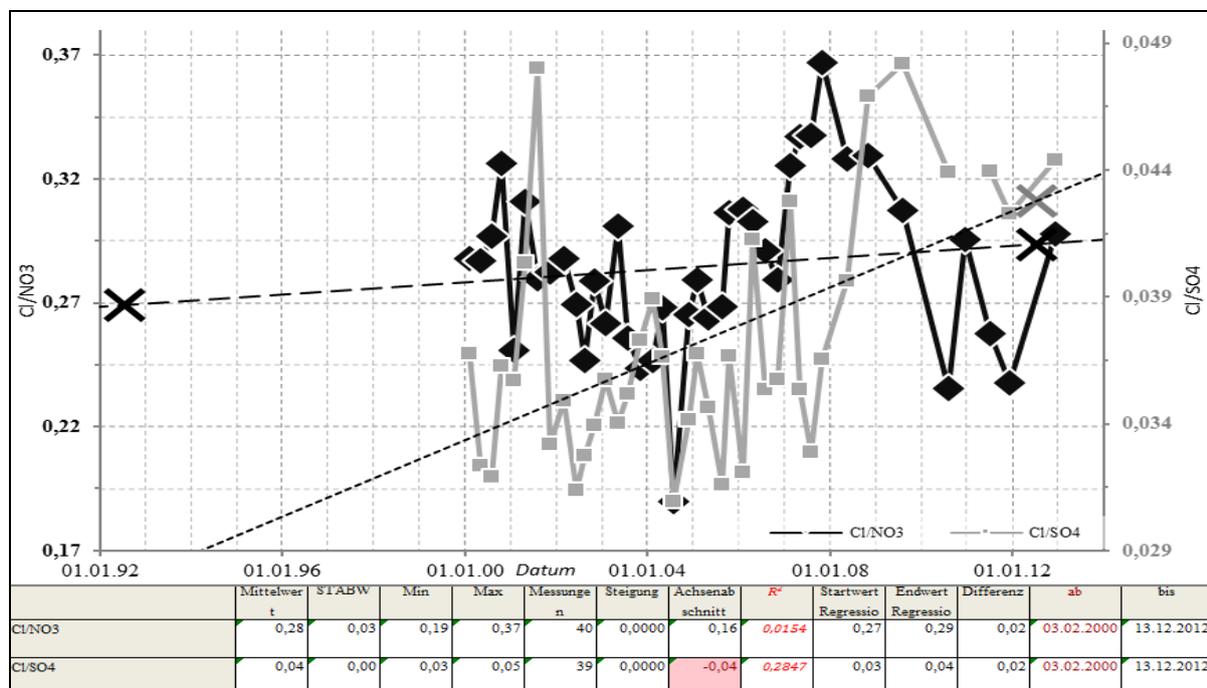


Abbildung 56: Darstellung der aus den **GZÜV-**Messungsergebnisse berechneten **Cl/NO₃-** und **Cl/SO₄-Verhältnisse** der Messstelle **Windener Quelle** (2000 ÷ 2012), (Startdatum Regressionsgerade: 15.07.1992, Enddatum Regressionsgerade: 15.07.2012)

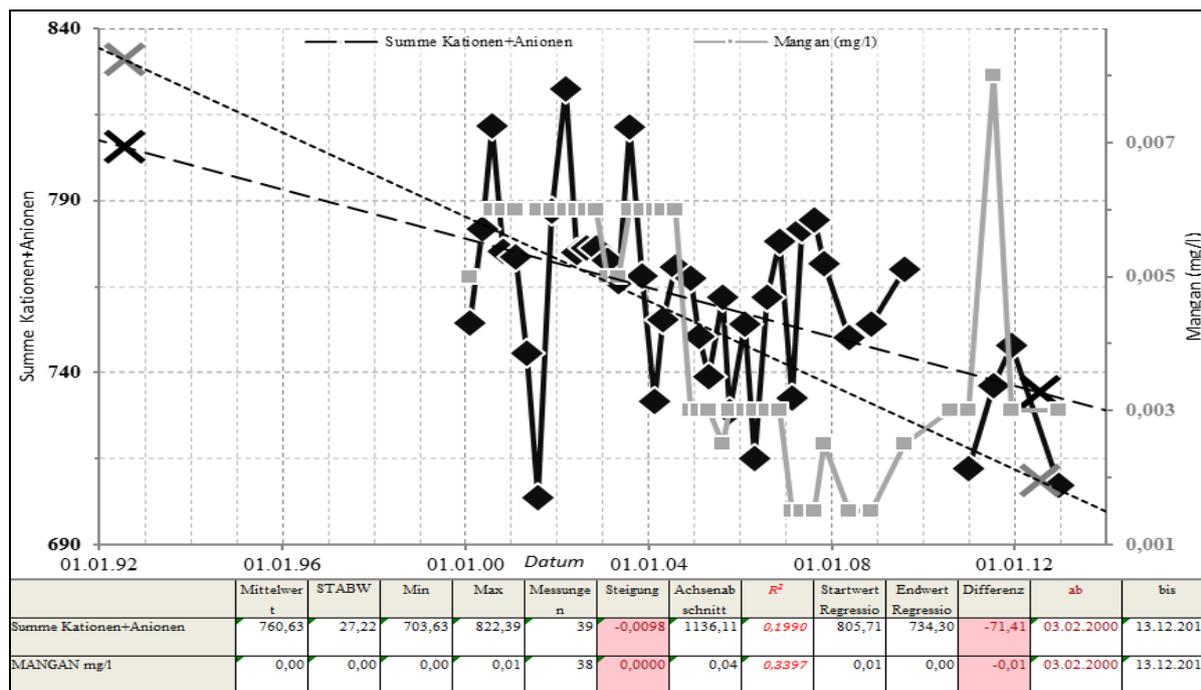


Abbildung 57: Darstellung der aus den **GZÜV**-Messungsergebnissen berechneten **Summe der Kationen und Anionen** [mg/L] bzw. GZÜV-Messergebnisse für den **Magnesiumgehalt** der Messstelle **Windener Quelle** (2000 ÷ 2012), (Startdatum Regressionsgerade: 15.07.1992, Enddatum Regressionsgerade: 15.07.2012)

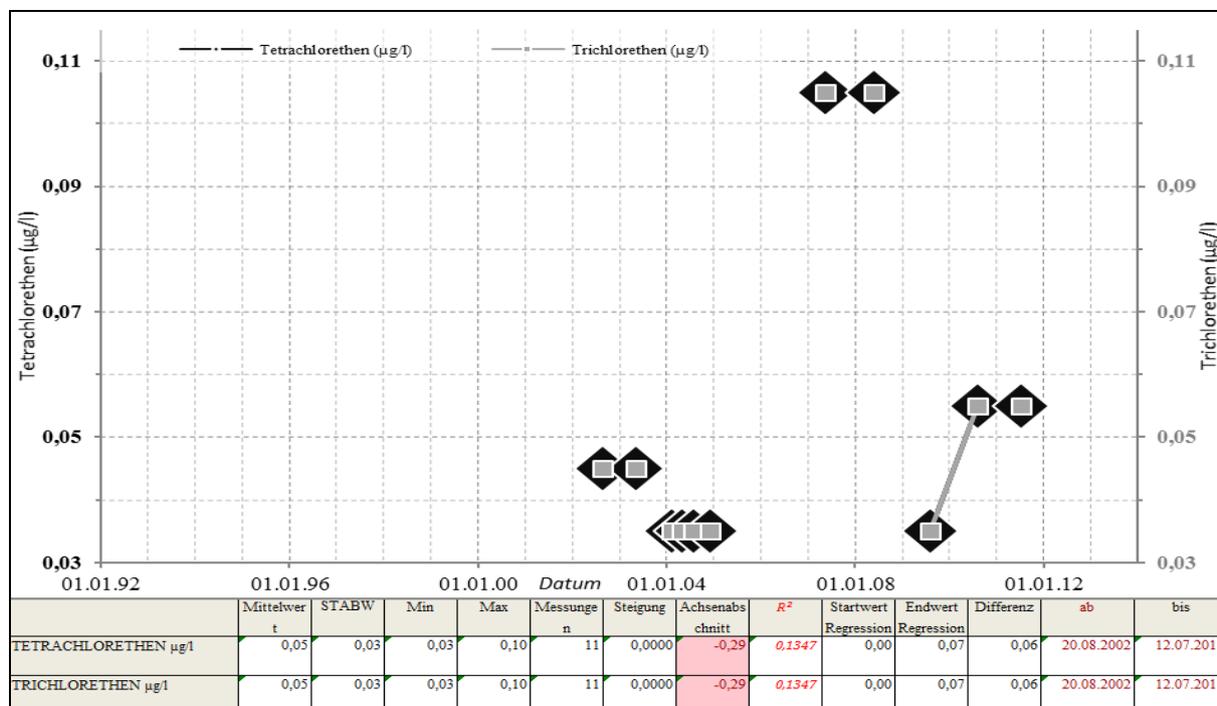


Abbildung 58: Darstellung der **GZÜV**-Messergebnisse für den **Tetrachlorethen**- und den **Trichlorethengehalt** der Messstelle **Windener Quelle** (2002 ÷ 2011), (Startdatum Regressionsgerade: 15.07.1992, Enddatum Regressionsgerade: 15.07.2012)

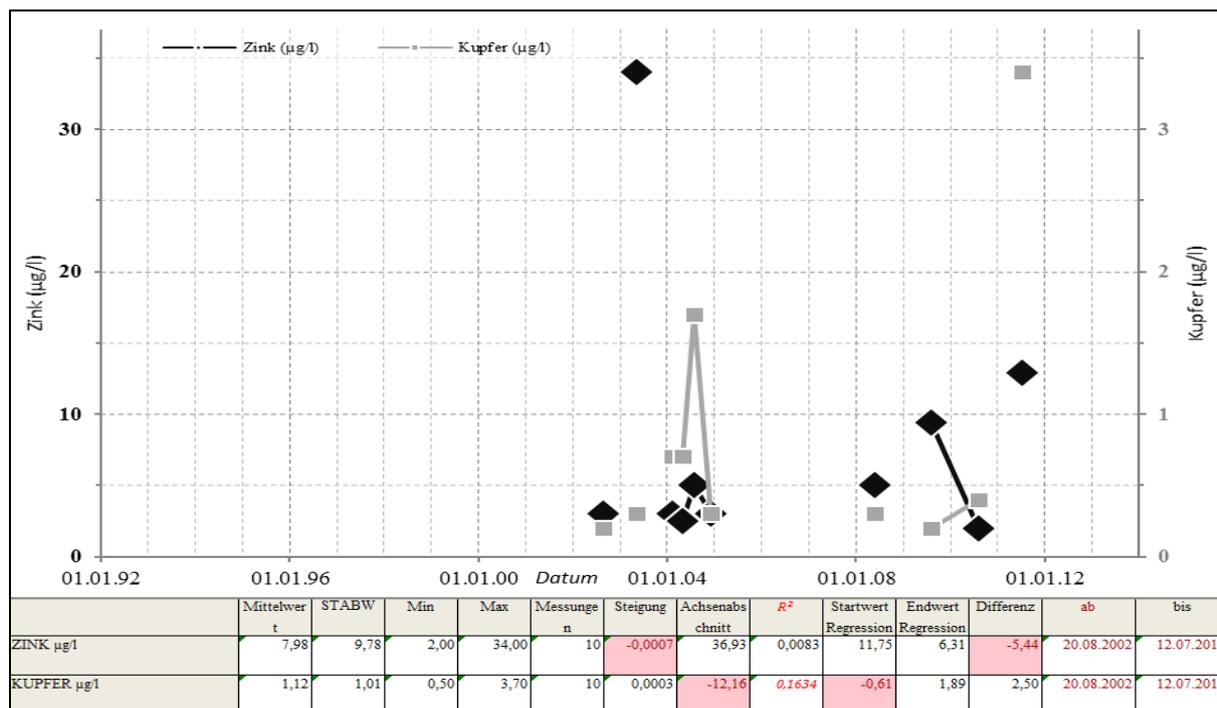


Abbildung 59: Darstellung der **GZÜV**-Messergebnisse für den **Zink**- und den **Kupfergehalt** der Messstelle **Windener Quelle** (2002 ÷ 2011), (Startdatum Regressionsgerade: 15.07.1992, Enddatum Regressionsgerade: 15.07.2012)

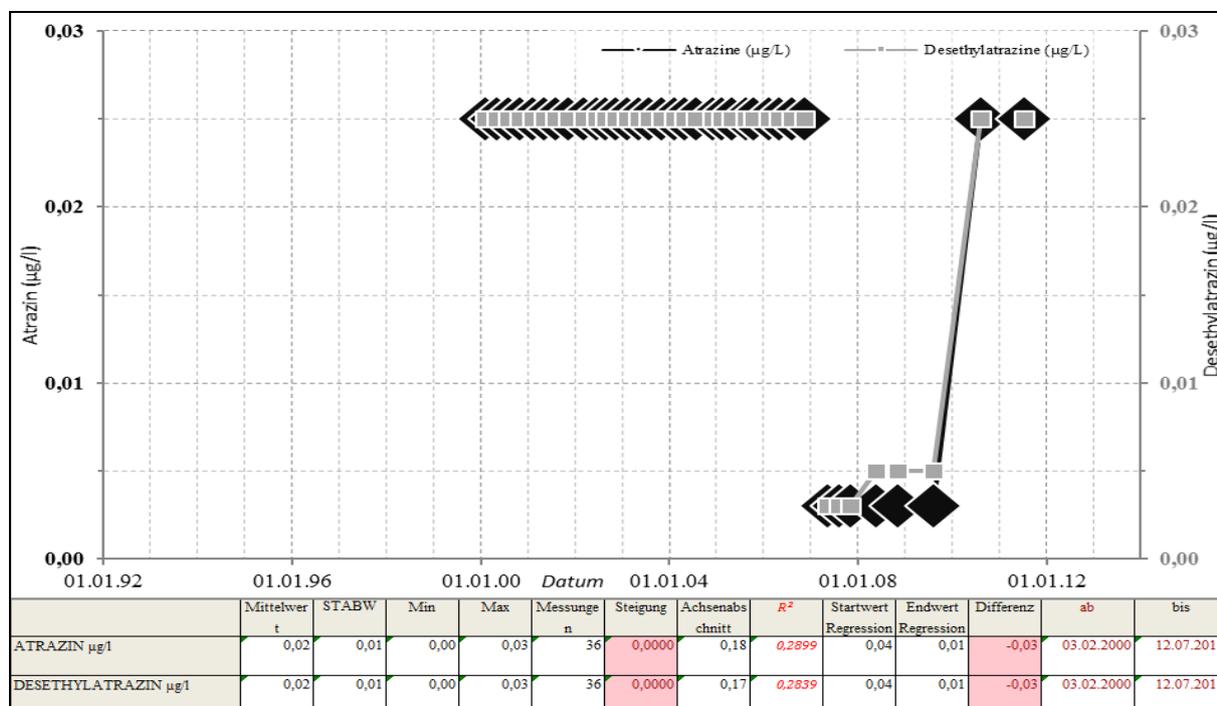


Abbildung 60: Darstellung der **GZÜV**-Messergebnisse für den **Atrazin**- und **Desethylatrazingehalts** der Messstelle **Windener Quelle** (2000 ÷ 2011), (Startdatum Regressionsgerade: 15.07.1992, Enddatum Regressionsgerade: 15.07.2012)

Tabelle 29: Lineare Trendanalyse der **Temperatur** [°C] der ausgewählten Quellen auf Grund von hydrographische und GZÜV-Messdaten (1992 ÷ 2012), (Startdatum Regressionsgerade: 15.07.1992, Enddatum Regressionsgerade: 15.07.2012)

Name	Pegelnullpunkt (m ü.A.)	Mittelwert	STAB W	Min	Max		Messungen	Steigung	Achsenabschnitt	R ²	Startwert Reg. gerade	Endwert Reg. gerade	Differenz	Trend	T aus
1_Windener Quelle	143,00	12,35	0,34	11,60	13,10		37	0,0001	8,57	0,124243	11,91	12,63	0,72	+	GZÜV
2_Draurainquelle	390,00	9,30	0,61	7,50	11,10		80	0,0001	7,30	0,036169	9,10	9,49	0,39	+	GZÜV
2_Fellbachquelle	888,00	7,39	0,04	7,10	7,50		3518	0,0000	7,58	0,02258	7,41	7,38	-0,04	-	eHyd
2_Kressquelle	870,00	4,90	0,23	3,80	5,40		2308	0,0000	5,30	0,002877	4,96	4,88	-0,07	0	eHyd
2_Tiebelquelle	853,40	7,33	0,47	6,00	8,60		61	0,0000	5,57	0,03623	7,15	7,50	0,34	+	GZÜV
2_Union Quelle	556,33	8,29	0,19	7,80	8,80		5508	0,0000	9,61	0,094743	8,43	8,18	-0,25	-	eHyd
3_Große Mühlquelle	540,00	7,09	0,39	6,10	8,10		5242	0,0000	5,27	0,051518	6,89	7,24	0,35	+	eHyd
3_Reithbachquelle	560,00	7,04	0,14	5,60	7,50		5101	0,0000	5,98	0,111988	6,93	7,13	0,21	+	eHyd
3_Steinbachquelle	500,00	7,38	0,14	6,50	7,70		4110	0,0000	6,73	0,025311	7,30	7,43	0,12	+	eHyd
3_Ursulaquelle	420,00	8,66	0,82	6,10	10,20		4546	0,0000	6,83	0,010866	8,45	8,80	0,35	+	eHyd
4_Hirschbrunn-Seeaustritt	508,18	5,58	0,36	1,70	7,40		4027	0,0000	4,75	0,00823	5,48	5,64	0,16	+	eHyd
4_Langwies/Miesbach	476,99	6,30	0,41	5,40	7,20		51	0,0000	4,94	0,021878	6,16	6,42	0,26	+	GZÜV
4_Pießling Ursprung	752,76	5,19	0,42	4,30	6,20		50	0,0000	5,95	0,006057	5,27	5,13	-0,15	0	GZÜV
4_Rettenbachquelle	612,61	6,39	0,31	5,60	7,20		4457	0,0000	6,80	0,002136	6,44	6,36	-0,08	0	eHyd
4_Steyernquelle	545,87	6,66	0,32	5,20	7,60		4712	0,0000	5,32	0,024147	6,50	6,76	0,25	+	eHyd
4_Teufelskirche	541,13	6,56	0,32	5,10	8,00		5902	0,0000	4,89	0,057496	6,38	6,70	0,32	+	eHyd
4_Waldbachursprung	873,86	4,17	0,24	3,50	4,80		5396	0,0000	3,40	0,020366	4,08	4,23	0,15	+	eHyd
5_Friedlbrunnquelle	706,00	8,06	0,19	7,70	8,60		4755	0,0001	4,79	0,477477	7,66	8,29	0,62	+	eHyd
5_Gollinger Wasserfall	555,00	5,87	0,31	5,10	6,50		4024	0,0000	4,50	0,025186	5,70	5,95	0,26	+	eHyd
5_Marbachquelle	1055,00	5,31	0,21	4,70	5,70		5053	0,0000	4,66	0,014959	5,23	5,36	0,12	+	eHyd
5_Pucherhäusquelle	950,00	7,07	0,23	6,20	7,50		1907	0,0001	4,86	0,019171	6,73	7,13	0,40	ngD	eHyd
6_Brunnaderquelle	745,00	10,79	0,50	9,50	11,80		53	0,0000	10,70	5,35E-05	10,78	10,80	0,02	0	GZÜV
6_Edelrautenquelle	1715,00	3,45	0,20	3,00	4,60		4779	0,0001	0,96	0,248534	3,16	3,64	0,48	+	eHyd
6_Hammerbachquelle	410,00	8,90	1,05	6,60	11,30		5988	0,0001	5,70	0,020158	8,55	9,17	0,62	+	eHyd
6_Höhenhansquelle	787,00	8,22	3,49	1,60	13,40		55	0,0002	0,95	0,008033	7,44	8,84	1,40	0	GZÜV
6_Odensee-Kalhwassertrichter	770,00	5,42	0,31	4,40	6,70		4802	0,0000	4,32	0,017732	5,29	5,49	0,21	+	eHyd
6_Preunegger Siebenquellen	1100,00	5,88	0,49	4,70	7,90		5102	0,0000	6,05	0,000169	5,90	5,87	-0,03	0	eHyd
6_Reihbachquelle	1360,00	6,01	0,07	5,90	6,20		5479	0,0000	5,27	0,213028	5,92	6,06	0,14	+	eHyd
6_Roßlochquelle	820,00	6,21	0,27	5,40	6,70		5204	0,0000	5,06	0,029268	6,08	6,30	0,22	+	eHyd
6_Sagtümpel	970,00	5,67	0,26	4,80	6,30		3909	0,0000	5,91	0,001292	5,70	5,65	-0,05	0	eHyd
6_Schwabeltalquelle	800,00	5,73	0,08	5,40	6,40		4492	0,0000	5,34	0,029995	5,68	5,75	0,07	+	eHyd
6_Wassermannsloch	584,90	6,46	0,30	5,60	7,30		5901	0,0000	5,85	0,009295	6,39	6,51	0,12	0	eHyd
6_Zeutschacher Ursprungsquelle	1040,00	7,22	0,25	5,70	7,70		3349	0,0001	5,08	0,048825	6,98	7,39	0,41	ngD	eHyd
7_Alfutzquelle	1255,00	5,54	0,24	4,60	5,90		3144	0,0001	1,28	0,188446	4,94	5,74	0,79	ngD	eHyd
7_Auebachquelle	991,00	6,39	0,25	5,60	7,00		4082	0,0001	2,20	0,298206	5,85	6,64	0,79	+	eHyd
7_Blaue Quelle	470,68	8,03	0,09	7,90	8,20		69	0,0000	7,70	0,039013	8,00	8,06	0,06	+	GZÜV
7_Doserfall	993,36	6,67	0,59	5,30	7,70		2483	0,0001	4,56	0,004358	6,36	6,75	0,39	ngD	eHyd
7_Katzensteigquelle	870,00	7,68	0,15	7,40	8,00		4676	0,0001	4,86	0,604099	7,35	7,89	0,54	+	eHyd
7_Klaushofquelle (obere)	1388,00	4,30	0,19	3,90	5,10		3052	-0,0001	7,72	0,332206	4,57	3,88	-0,68	ngD	eHyd
7_Kohlgrubenquelle	1306,00	5,45	0,09	5,20	5,70		2390	0,0000	4,32	0,051359	5,28	5,49	0,21	ngD	eHyd
7_Lacknerbrunnquelle	1120,00	6,00	0,17	5,70	6,30		5447	0,0001	2,79	0,66244	5,64	6,26	0,62	+	eHyd
7_Lastal-Stollenquelle	1010,00	6,53	0,70	5,10	7,90		50	0,0000	4,90	0,017121	6,38	6,70	0,32	+	GZÜV
7_Lehnbachquellen	1011,37	5,63	0,16	5,10	6,60		4124	0,0001	3,60	0,185267	5,37	5,76	0,38	+	eHyd
7_Mühlbachquelle	675,89	6,71	0,07	6,60	6,80		54	0,0000	6,14	0,11161	6,65	6,76	0,11	+	GZÜV
7_Ochsenbrunnquelle	1407,36	5,70	0,49	4,90	7,20		5951	0,0000	4,11	0,027498	5,53	5,84	0,31	+	eHyd
7_Pulverermühlquelle	1053,00	5,81	0,22	5,10	6,90		3856	0,0001	2,80	0,184852	5,42	5,99	0,57	+	eHyd
7_Schreiende Brunnen	970,00	6,38	0,56	4,80	7,30		4376	0,0000	6,64	0,000279	6,41	6,36	-0,05	0	eHyd
7_Schwarzbach-Moosquelle	1419,90	3,81	0,10	3,60	4,00		4251	0,0001	1,87	0,555788	3,57	3,93	0,37	+	eHyd
7_Schwarzbodenquelle	1200,00	5,89	0,13	5,50	6,20		4701	0,0000	5,88	8,36E-06	5,89	5,89	0,00	0	eHyd
7_Schwarzlackenquelle	1194,50	4,78	0,11	4,60	5,00		4907	0,0001	2,55	0,649338	4,51	4,93	0,42	+	eHyd
7_Stubbachquelle	980,00	6,68	0,08	6,50	7,00		6746	0,0000	6,85	0,01559	6,70	6,66	-0,03	-	eHyd
7_TW-Stollen-Bettelwurf (mitte)	1008,07	5,26	0,07	5,20	5,50		2269	0,0000	3,73	0,468009	5,06	5,34	0,29	ngD	eHyd
7_Untere Schmittequelle II	967,62	5,86	0,09	5,60	6,10		2653	0,0000	5,35	0,012452	5,79	5,88	0,10	ngD	eHyd
8_Aubachquelle	1075,55	4,76	0,66	2,50	6,40		3353	0,0003	-8,08	0,518139	3,16	5,58	2,43	+	eHyd
8_Fidelisquelle	1289,05	5,73	0,75	3,90	7,30		3559	0,0002	-0,73	0,123094	4,91	6,12	1,22	+	eHyd
8_Gerstenbödenquelle	1083,07	5,65	0,19	4,70	6,40		4727	0,0001	2,50	0,589854	5,30	5,91	0,61	+	eHyd
8_Goldbachquelle	997,43	5,30	0,10	5,00	5,70		5358	0,0000	6,70	0,360847	5,46	5,19	-0,27	-	eHyd
8_Marulbachquelle	1045,00	4,68	0,16	4,20	5,00		2187	0,0001	2,16	0,146143	4,34	4,81	0,47	ngD	eHyd
Mittelwert	882,46	6,41	0,35	5,41	7,28		3594	0,0000	4,78	0,1373	6,21	6,53	0,31		

Tabelle 30: Lineare Trendanalyse der elektrischen Leitfähigkeit (bei 25 °C) [$\mu\text{S}/\text{cm}$] der ausgewählten Quellen auf Grund von hydrographische und GZÜV-Messdaten (1992 ÷ 2012), (Startdatum Regressionsgerade: 15.07.1992, Enddatum Regressionsgerade: 15.07.2012)

Name	Mittelwert	STABW	Min	Max	Messungen	Steigung	Achsenabschnitt	R ²	Startwert Reg. gerade	Endwert Reg. gerade	Differenz	Trend	eL aus
1_Windener Quelle	907,85	33,26	833,65	974,27	38	0,0017	842,90	0,0043	900,04	912,39	12,35	+	GZÜV
2_Draurainquelle	527,30	21,82	470,00	583,00	80	0,0038	385,82	0,1450	513,03	540,52	27,49	+	GZÜV
2_Fellbachquelle	383,64	24,05	331,00	453,00	66	0,0007	357,99	0,0034	381,35	386,40	5,05	0	GZÜV
2_Kressquelle	203,26	11,61	169,10	226,10	1737	0,0019	132,18	0,0211	194,91	208,46	13,56	ngD	eHyd
2_Tiebelquelle	204,16	1,14	197,90	207,00	1877	0,0009	170,13	0,2330	199,32	205,63	6,31	ngD	eHyd
2_Union Quelle	330,49	19,39	269,00	396,00	4894	0,0035	196,36	0,0747	315,00	340,65	25,64	+	eHyd
3_Große Mühlquelle	356,16	44,57	208,70	457,90	5230	-0,0007	383,11	0,0009	359,08	353,89	-5,19	0	eHyd
3_Reithbachquelle	302,59	13,19	234,90	325,20	4465	-0,0001	306,06	0,0001	302,93	302,25	-0,68	0	eHyd
3_Steinbachquelle	278,60	16,47	203,70	313,10	4193	-0,0003	290,00	0,0006	280,03	277,88	-2,15	0	eHyd
3_Ursulaquelle	241,64	16,09	185,40	288,60	4413	-0,0032	362,19	0,1251	255,30	232,19	-23,10	-	eHyd
4_Hirschbrunn-Seeaustritt	170,87	27,57	83,70	271,90	3845	0,0022	87,34	0,0137	160,82	176,70	15,88	+	eHyd
4_Langwies/Miesbach	378,34	174,92	147,00	740,00	55	-0,0094	735,87	0,0085	417,30	348,45	-68,85	0	GZÜV
4_Pießling Ursprung	195,41	14,93	145,30	226,80	2475	0,0005	175,38	0,0007	192,47	196,16	3,69	ngD	eHyd
4_Rettenbachquelle	199,28	20,84	119,30	244,20	4419	0,0015	141,74	0,0091	192,16	203,05	10,90	+	eHyd
4_Stejernquelle	285,82	46,53	33,20	418,70	4643	0,0045	112,84	0,0197	264,93	297,80	32,87	+	eHyd
4_Teufelskirche	218,09	24,39	130,20	284,60	5723	-0,0017	282,34	0,0145	225,06	212,68	-12,38	-	eHyd
4_Waldbachursprung	149,79	25,49	86,30	202,70	5235	-0,0022	234,32	0,0210	159,01	142,73	-16,28	-	eHyd
5_Friedlbrunnquelle	494,33	12,40	462,40	532,60	4403	-0,0047	676,81	0,2955	516,89	482,32	-34,56	-	eHyd
5_Gollinger Wasserfall	183,37	23,44	125,70	234,70	3915	0,0038	34,53	0,0496	164,34	192,40	28,06	+	eHyd
5_Marbachquelle	230,39	12,49	179,90	249,80	4903	0,0009	194,31	0,0132	226,10	232,97	6,87	+	eHyd
5_Pucherhäusquelle	261,06	17,07	189,00	289,20	1907	0,0019	185,75	0,0040	249,49	263,27	13,78	ngD	eHyd
6_Brunnaderquelle	589,82	28,52	406,90	640,10	4738	0,0013	538,01	0,0046	583,57	593,41	9,85	0	eHyd
6_Edelrautenquelle	32,48	3,31	18,50	37,90	3164	-0,0001	36,34	0,0011	32,85	32,10	-0,75	0	eHyd
6_Hammerbachquelle	351,50	18,74	289,10	442,70	5988	0,0051	157,63	0,2332	330,59	367,97	37,38	+	eHyd
6_Höhenhansquelle	80,18	5,42	61,60	104,60	2844	0,0002	74,31	0,0006	79,75	80,93	1,18	ngD	eHyd
6_Ödensee-Kaltwassertrichter	208,90	35,85	119,30	288,30	4825	0,0008	178,10	0,0010	205,20	211,05	5,85	0	eHyd
6_Preunegger Siebenquellen	186,94	12,92	143,80	223,30	4993	0,0019	113,27	0,0475	178,26	192,30	14,05	+	eHyd
6_Reihbachquelle	119,52	7,46	105,90	135,00	5468	0,0041	-38,83	0,7742	101,40	131,71	30,31	+	eHyd
6_Roßlochquelle	285,96	30,77	180,60	333,70	5171	-0,0009	319,32	0,0019	289,83	283,46	-6,37	0	eHyd
6_Sagtümpel	246,18	29,85	146,30	289,00	4585	0,0019	172,14	0,0088	237,32	251,41	14,09	+	eHyd
6_Schwabeltalquelle	240,61	10,27	168,70	260,30	4448	0,0006	217,89	0,0061	237,79	242,10	4,30	0	eHyd
6_Wassermannsloch	212,40	18,81	149,40	242,60	5829	0,0007	187,43	0,0039	209,72	214,54	4,82	0	eHyd
6_Zeutschacher Ursprungsquelle	313,34	1,51	297,80	317,50	3349	0,0001	310,68	0,0020	313,04	313,55	0,51	ngD	eHyd
7_Alfutzquelle	207,54	5,72	191,70	219,00	3108	0,0022	120,47	0,1378	195,34	211,52	16,18	ngD	eHyd
7_Auebachquelle	284,05	30,84	207,00	350,00	3716	-0,0026	385,11	0,0091	297,42	278,47	-18,95	0	eHyd
7_Blaue Quelle	568,65	9,55	525,00	593,80	4119	0,0020	491,65	0,1163	559,47	574,12	14,66	+	eHyd
7_Doserfall	285,23	82,16	134,80	453,50	1709	0,0092	-84,50	0,0035	227,69	295,16	67,47	ngD	eHyd
7_Katzensteigquelle	391,25	14,51	362,30	426,00	4326	0,0015	334,78	0,0243	384,59	395,36	10,77	+	eHyd
7_Klaushofquelle (obere)	216,75	8,49	198,80	264,00	3079	-0,0032	332,35	0,1845	225,66	202,60	-23,06	ngD	eHyd
7_Kohlgrubenquelle	172,26	3,74	160,00	182,10	2564	-0,0009	206,73	0,0296	177,33	170,98	-6,35	ngD	eHyd
7_Lacknerbrunnquelle	79,29	1,57	75,00	85,00	5458	-0,0003	90,75	0,0992	80,57	78,37	-2,20	-	eHyd
7_Lastal-Stollenquelle	217,57	16,02	178,56	259,00	48	0,0003	207,43	0,0013	216,59	218,57	1,98	0	GZÜV
7_Lehnbachquellen	222,35	9,54	199,80	302,40	3650	0,0014	168,67	0,0285	215,22	225,28	10,06	+	eHyd
7_Mühlbachquelle	393,26	67,13	300,00	533,45	56	0,0069	133,46	0,0277	365,24	415,33	50,09	+	GZÜV
7_Ochsenbrunnquelle	68,79	5,64	51,30	82,90	5951	0,0016	8,26	0,3001	62,46	74,18	11,72	+	eHyd
7_Pulverermühlquelle	233,19	10,29	185,40	265,00	3887	0,0029	120,13	0,1275	218,60	239,88	21,28	+	eHyd
7_Schreiende Brunnen	266,69	61,42	132,00	383,20	4637	-0,0015	322,47	0,0012	273,43	262,83	-10,60	0	eHyd
7_Schwarzbach-Moosquelle	192,32	6,78	173,30	205,30	4272	0,0022	107,99	0,2120	181,83	197,78	15,96	+	eHyd
7_Schwarzbodenquelle	309,61	5,07	299,00	324,20	4763	-0,0023	398,90	0,3984	320,51	303,57	-16,94	-	eHyd
7_Schwarzlackenquelle	295,71	49,32	219,00	390,30	5068	0,0027	190,69	0,0071	283,39	303,42	20,03	0	eHyd
7_Stubbachquelle	251,91	5,23	237,60	269,20	6623	-0,0009	283,77	0,1181	254,92	248,68	-6,24	-	eHyd
7_TW-Stollen-Bettelwurf (mitte)	159,62	2,06	156,00	164,00	2250	0,0001	154,00	0,0068	158,87	159,92	1,05	ngD	eHyd
7_Untere Schmittequelle (II)	292,59	9,62	271,40	333,00	2643	-0,0042	457,37	0,1171	316,27	285,77	-30,50	ngD	eHyd
8_Aubachquelle	194,84	24,36	137,50	264,40	3314	0,0072	-82,51	0,1790	160,09	212,52	52,43	+	eHyd
8_Fidelisquelle	142,32	23,74	72,10	184,30	3928	0,0033	13,05	0,0484	126,19	150,65	24,45	+	eHyd
8_Gerstenbödenquelle	194,21	9,42	172,70	214,50	4571	0,0031	75,16	0,3418	180,88	203,73	22,85	+	eHyd
8_Goldbachquelle	198,41	7,66	112,50	244,10	5051	0,0008	167,49	0,0262	194,83	200,74	5,91	+	eHyd
8_Marulbachquelle	409,53	167,57	158,20	742,80	2059	0,0193	-343,78	0,0099	307,26	447,97	140,71	ngD	eHyd
Mittelwert	269,28	24,87	203,52	327,07	3703	0,0012	220,93	0,08	262,99	272,08	9,09		

Tabelle 31: Lineare Trendanalyse der Quellschüttung [L/s] der ausgewählten Quellen auf Grund von hydrographische und GZÜV-Messdaten (1992 ÷ 2012), (Startdatum Regressionsgerade: 15.07.1992, Enddatum Regressionsgerade: 15.07.2012)

Name	Mittelwert	STABW	Min	Max	Messungen	Steigung	Achsenabschnitt	R ²	Startwert Reg. gerade	Endwert Reg. gerade	Differenz	Trend	Q aus
1_Windener Quelle	14,52	1,92	9,10	18,10	2750	0,0002	6,20	0,027871	13,50	15,08	1,58	ngD	eHyd
2_Draurainquelle	44,76	12,43	25,10	75,70	4517	0,0018	-24,21	0,040121	36,27	49,34	13,07	+	eHyd
2_Fellbachquelle	146,10	73,32	54,20	700,30	4122	-0,0017	211,43	0,000922	153,99	141,58	-12,41	0	eHyd
2_Kressquelle	118,01	77,93	3,80	661,10	1884	0,0003	105,60	2,19E-05	116,42	118,75	2,34	0	eHyd
2_Tiebelquelle	362,52	30,82	274,00	468,00	2331	0,0106	-55,67	0,061655	301,06	378,15	77,10	ngD	eHyd
2_Union Quelle	319,66	46,07	217,10	450,00	5179	0,0050	131,55	0,032556	301,65	338,42	36,76	+	eHyd
3_Große Mühlquelle	516,29	470,76	11,60	2611,90	4826	-0,0191	1239,02	0,006247	593,63	454,15	-139,48	0	eHyd
3_Reithbachquelle	246,27	256,21	18,80	2324,50	5154	-0,0045	416,75	0,000864	264,39	231,46	-32,93	0	eHyd
3_Steinbachquelle	453,94	764,95	24,50	11469,90	3778	0,0414	-1149,10	0,005479	249,60	551,89	302,29	0	eHyd
3_Ursulaquelle	14,92	6,48	4,20	57,50	4316	0,0013	-32,89	0,121217	9,62	18,81	9,19	+	eHyd
4_Hirschbrunn-Seeaustritt	353,60	362,98	0,00	2629,80	1136	-0,0483	2298,09	0,00257	666,99	314,47	-352,52	ngD	eHyd
4_Langwies/Miesbach	769,09	1291,84	19,10	18638,10	5242	-0,0470	2560,02	0,003342	972,70	629,64	-343,06	0	eHyd
4_Pießling Ursprung	2189,50	2435,29	175,00	33333,30	11537	0,0062	1970,60	7,26E-05	2181,15	2226,65	45,50	0	eHyd
4_Rettenbachquelle	1085,90	1546,67	0,80	21134,80	7671	-0,0262	2057,03	0,001407	1171,66	980,31	-191,35	0	eHyd
4_Steyernquelle	235,82	578,29	0,00	11798,70	4591	-0,0183	938,86	0,002089	319,94	186,17	-133,77	0	eHyd
4_Teufelskirche	1027,46	1722,43	26,00	24578,20	5803	-0,0151	1599,28	0,000234	1089,17	978,93	-110,25	0	eHyd
4_Waldbachursprung	3083,89	3266,57	9,90	17399,70	5601	0,0683	487,05	0,001217	2796,52	3295,65	499,13	0	eHyd
5_Friedlbrunnquelle	78,25	17,29	43,20	155,10	4731	-0,0010	116,75	0,007652	82,88	75,55	-7,32	0	eHyd
5_Gollinger Wasserfall	1260,44	1531,81	40,00	31444,00	4749	-0,0120	1721,44	0,000115	1317,09	1229,70	-87,39	0	eHyd
5_Marbachquelle	433,78	321,16	0,00	2162,90	4773	-0,0288	1539,55	0,018042	564,68	353,98	-210,69	-	eHyd
5_Pucherhäuslquelle	93,41	79,11	9,00	290,00	50	-0,0044	259,90	0,008245	111,46	79,38	-32,08	0	GZÜV
6_Brunnaderquelle	48,32	9,45	28,20	80,70	4878	-0,0003	59,88	0,002046	49,72	47,52	-2,20	0	eHyd
6_Edelrautenquelle	4,43	4,16	0,40	40,30	4752	0,0001	1,18	0,000955	4,05	4,67	0,62	0	eHyd
6_Hammerbachquelle	187,14	83,73	45,90	1113,80	6154	-0,0052	382,87	0,012343	207,91	170,10	-37,81	-	eHyd
6_Höhenhanslquelle	3,55	4,64	0,20	44,80	2793	-0,0020	77,12	0,138428	8,95	-5,78	-14,73	ngD	eHyd
6_Odensee-Kaltwassertrichter	30,22	9,20	17,80	89,70	4827	0,0004	16,32	0,003162	28,54	31,19	2,64	0	eHyd
6_Preunegger Siebenquellen	63,21	21,65	25,00	305,40	5102	0,0023	-25,72	0,024961	52,65	69,59	16,94	+	eHyd
6_Reihbachquelle	18,53	3,80	11,80	33,40	5479	0,0004	2,71	0,029847	16,72	19,75	3,03	+	eHyd
6_Roßlochquelle	376,68	212,98	102,50	1164,50	5166	0,0010	339,24	4,96E-05	372,34	379,49	7,15	0	eHyd
6_Sagtümpel	295,08	377,20	3,70	3520,50	4802	-0,0009	329,63	1,15E-05	299,22	292,65	-6,57	0	eHyd
6_Schwabeltalquelle	100,17	76,89	21,00	760,20	4510	0,0020	23,52	0,00123	90,67	105,18	14,51	0	eHyd
6_Wassermannsloch	508,58	799,21	53,40	8250,40	5432	-0,0292	1623,25	0,003337	636,55	423,30	-213,25	0	eHyd
6_Zeuschacher Ursprungquelle	88,57	14,86	61,60	145,30	2972	-0,0024	178,05	0,018612	98,37	81,15	-17,22	ngD	eHyd
7_Alfutzquelle	171,12	35,45	104,30	242,50	42	-0,0069	435,53	0,100044	200,85	150,13	-50,72	-	GZÜV
7_Auebachquelle	38,26	43,70	8,20	373,20	4034	-0,0035	172,18	0,009792	55,41	30,17	-25,24	-	eHyd
7_Blaue Quelle	744,24	123,02	436,00	1569,20	6479	0,0018	675,57	0,000891	737,46	750,84	13,38	0	eHyd
7_Doserfall	675,66	395,51	55,00	1800,00	53	-0,0226	1529,46	0,00853	766,60	601,73	-164,87	0	GZÜV
7_Katzensteigquelle	145,70	41,16	64,80	256,60	6526	-0,0047	321,09	0,05154	162,67	128,44	-34,24	-	eHyd
7_Klaushofquelle (obere)	23,69	20,82	8,50	175,40	2894	-0,0054	220,19	0,094393	38,97	-0,20	-39,17	ngD	eHyd
7_Kohlgrubenquelle	5,44	1,86	2,70	10,10	47	0,0000	3,74	0,002538	5,27	5,60	0,33	0	GZÜV
7_Lacknerbrunnquelle	92,91	14,29	64,50	167,70	5122	-0,0016	152,38	0,031928	99,69	88,30	-11,39	-	eHyd
7_Lastal-Stollenquelle	66,56	38,48	10,00	175,00	44	0,0007	41,31	0,001322	64,06	68,98	4,92	0	GZÜV
7_Lehnbachquellen	58,41	30,36	22,50	290,80	4028	-0,0040	213,71	0,032113	77,98	48,65	-29,33	-	eHyd
7_Mühlbachquelle	270,62	28,61	220,00	340,00	55	-0,0072	543,42	0,170323	300,13	247,55	-52,58	-	GZÜV
7_Ochsenbrunnquelle	92,63	37,31	30,50	221,80	5941	-0,0023	179,39	0,014063	101,69	84,90	-16,79	-	eHyd
7_Pulverermühlquelle	73,78	58,54	18,50	661,50	4139	-0,0033	200,81	0,005586	89,71	65,69	-24,01	0	eHyd
7_Schreiende Brunnen	74,59	52,77	18,60	345,20	4506	-0,0016	134,27	0,001803	81,77	70,43	-11,35	0	eHyd
7_Schwarzbach-Moosquelle	85,95	30,32	29,80	216,60	4294	-0,0026	185,22	0,013164	98,40	79,63	-18,77	-	eHyd
7_Schwarzbodenquelle	24,45	9,64	9,50	96,00	6036	0,0015	-31,39	0,075766	18,52	29,30	10,78	+	eHyd
7_Schwarzlackenquelle	220,77	149,93	22,40	1121,10	5280	-0,0036	357,50	0,001389	236,52	210,37	-26,15	0	eHyd
7_Stubbachquelle	84,86	22,81	39,00	137,10	6767	-0,0008	115,74	0,006202	87,75	81,70	-6,05	0	eHyd
7_TW-Stollen-Bettelwurf (mitte)	99,96	21,54	62,50	157,00	2251	-0,0095	470,96	0,271636	149,28	79,76	-69,52	ngD	eHyd
7_Untere Schmittequelle (II)	53,66	8,78	35,80	127,30	2497	-0,0011	95,24	0,009076	59,60	51,90	-7,70	ngD	eHyd
8_Aubachquelle	1235,50	1406,80	0,00	10545,20	3451	-0,2851	12257,30	0,077543	2622,32	539,97	-2082,35	-	eHyd
8_Fidelisquelle	298,62	220,64	83,80	822,50	4227	-0,0030	414,07	0,000437	312,78	290,89	-21,89	0	eHyd
8_Gerstenbödenquelle	35,90	22,90	3,10	189,70	5186	-0,0002	43,67	0,000248	36,76	35,26	-1,49	0	eHyd
8_Goldbachquelle	58,14	9,22	46,60	160,70	5365	-0,0008	89,89	0,020207	61,79	55,71	-6,07	-	eHyd
8_Marulbachquelle	249,36	126,65	59,20	754,90	2748	-0,0302	1427,41	0,077886	406,29	185,60	-220,69	ngD	eHyd
Mittelwert	337,13	335,57	48,15	3774,27	4200	-0,0090	683,69	0,0285	380,21	314,62	-65,59		

Tabelle 32: Lineare Trendanalyse der **Sauerstoffsättigung** [mg/L] der ausgewählten Quellen auf Grund von GZÜV-Messungen (1992 ÷ 2012), (Startdatum Regressionsgerade: 15.07.1992, Enddatum Regressionsgerade: 15.07.2012)

Name	Mittelwert	STAB W	Min	Max	Messungen	Steigung	Achsenabschnitt	R ²	Startwert Reg. gerade	Endwert Reg. gerade	Differenz	Trend
1_Windener Quelle	6,05	1,15	3,40	9,20	39	-0,0001	10,28	0,0149	6,56	5,75	-0,80	-
2_Draurainquelle	10,33	0,89	8,30	12,10	82	0,000027	9,31	0,0046	10,23	10,43	0,20	0
2_Fellbachquelle	10,89	1,12	8,60	13,60	63	0,000041	9,37	0,0056	10,75	11,05	0,30	0
2_Kressquelle	11,55	0,62	10,10	13,10	52	-0,000005	11,73	0,0002	11,57	11,54	-0,03	0
2_Tiebelquelle	10,97	1,55	8,40	15,10	61	-0,000536	31,06	0,4406	12,94	9,02	-3,92	-
2_Union Quelle	11,22	0,96	8,80	13,70	68	0,000021	10,45	0,0019	11,15	11,31	0,15	0
3_Große Mühlquelle	11,07	0,84	8,60	13,10	57	-0,000086	14,28	0,0326	11,38	10,76	-0,63	-
3_Reithbachquelle	10,43	0,94	7,80	12,50	65	-0,000124	15,09	0,0598	10,90	10,00	-0,90	-
3_Steinbachquelle	10,86	0,84	8,20	12,70	65	-0,000135	15,94	0,0888	11,37	10,39	-0,99	-
3_Ursulaquelle	10,39	1,19	6,90	13,00	63	-0,000155	16,19	0,0575	10,97	9,84	-1,13	-
4_Hirschbrunn-Seeaustritt	11,60	1,13	9,40	15,10	51	0,000212	3,56	0,0957	10,74	12,29	1,55	+
4_Langwies/Miesbach	11,29	0,80	9,50	13,50	54	0,000020	10,52	0,0019	11,21	11,36	0,15	0
4_Pießling Ursprung	11,51	0,93	9,50	14,20	52	0,000105	7,51	0,0358	11,08	11,85	0,77	+
4_Rettenbachquelle	10,69	0,85	8,40	12,90	53	-0,000056	12,83	0,0121	10,92	10,51	-0,41	-
4_Steyrquelle	11,07	0,91	9,20	13,50	52	0,000088	7,71	0,0257	10,71	11,35	0,65	+
4_Teufelskirche	11,12	1,07	9,20	14,60	49	0,000191	3,85	0,0833	10,31	11,71	1,40	+
4_Waldbachursprung	11,66	1,10	8,70	14,50	53	0,000139	6,40	0,0430	11,09	12,11	1,01	+
5_Friedbrunnquelle	8,71	1,20	4,83	11,30	69	-0,000200	16,18	0,1081	9,43	7,97	-1,46	-
5_Gollinger Wasserfall	11,48	1,64	6,68	16,70	70	-0,000121	15,98	0,0227	11,88	11,00	-0,89	-
5_Marbachquelle	11,19	1,62	6,24	15,80	59	-0,000225	19,67	0,0590	12,07	10,43	-1,64	-
5_Pucherhäusquelle	10,70	1,13	8,20	14,40	53	-0,000070	13,38	0,0103	11,00	10,48	-0,51	-
6_Brunnaderquelle	8,78	0,88	7,00	11,00	54	-0,000041	10,32	0,0058	8,94	8,64	-0,30	0
6_Edelrautenquelle	10,61	1,09	8,00	13,50	52	-0,000077	13,51	0,0141	10,92	10,36	-0,56	-
6_Hammerbachquelle	9,92	1,64	6,10	13,10	55	-0,000465	27,56	0,2173	11,83	8,44	-3,40	-
6_Höhenhansquelle	7,03	0,79	5,30	8,90	54	-0,000018	7,69	0,0013	7,10	6,97	-0,13	0
6_Ödensee-Kaltwassertrichter	10,30	1,54	7,60	13,50	47	-0,000172	16,83	0,0318	11,03	9,78	-1,25	-
6_Preunegger Siebenquellen	9,97	1,21	5,90	12,80	45	0,000010	9,57	0,0002	9,92	10,00	0,08	0
6_Reihbachquelle	10,27	1,17	7,10	13,50	54	-0,000170	16,70	0,0569	10,97	9,73	-1,24	-
6_Roßlochquelle	10,84	1,16	8,00	13,90	54	0,000114	6,51	0,0265	10,37	11,20	0,84	+
6_Sagtümpel	11,12	1,29	8,00	14,60	54	-0,000231	19,85	0,0857	12,06	10,38	-1,68	-
6_Schwabentalquelle	11,08	1,25	8,40	13,60	53	-0,000107	15,13	0,0195	11,52	10,74	-0,78	-
6_Wassermannsloch	11,21	1,18	8,50	14,50	55	-0,000116	15,60	0,0257	11,68	10,83	-0,85	-
6_Zeutschacher Ursprungquelle	10,37	1,69	5,40	13,80	53	-0,000582	32,46	0,3299	12,78	8,52	-4,25	-
7_Alfutzquelle	9,57	0,51	8,20	10,96	56	-0,000172	16,09	0,3033	10,27	9,02	-1,26	-
7_Auebachquelle	10,70	0,78	8,50	12,50	53	-0,000056	12,80	0,0257	10,89	10,48	-0,41	-
7_Blaue Quelle	5,43	0,41	4,30	6,93	71	-0,000048	7,23	0,0551	5,60	5,25	-0,35	-
7_Doserfall	10,22	0,84	7,55	11,61	53	-0,000045	11,94	0,0080	10,40	10,07	-0,33	0
7_Katzensteigquelle	9,19	0,64	7,30	10,80	62	-0,000095	12,77	0,0712	9,55	8,85	-0,70	-
7_Klaushofquelle (obere)	10,62	0,64	8,70	11,90	54	-0,000058	12,79	0,0419	10,82	10,40	-0,43	-
7_Kohlgrubenquelle	10,18	0,70	8,70	12,50	49	-0,000027	11,19	0,0067	10,27	10,08	-0,20	0
7_Lacknerbrunnquelle	8,82	0,38	8,00	9,53	13	0,000247	-1,09	0,2172	7,26	9,07	1,81	ngD
7_Lastal-Stollenquelle	10,74	0,66	9,60	12,30	49	-0,000126	15,47	0,1630	11,20	10,28	-0,92	-
7_Lehnbachquellen	10,49	0,47	9,45	11,63	54	-0,000126	15,26	0,1870	11,01	10,09	-0,92	-
7_Mühlbachlquelle	9,86	0,81	8,15	12,02	55	-0,000260	19,71	0,2743	10,92	9,03	-1,90	-
7_Ochsenbrunnquelle	9,23	0,53	8,30	10,93	62	-0,000072	11,91	0,0625	9,49	8,97	-0,52	-
7_Pulverermühlquelle	10,81	0,54	9,60	11,90	55	-0,000177	17,50	0,2852	11,53	10,24	-1,29	-
7_Schreiende Brunnen	10,81	0,65	8,85	12,58	55	-0,000081	13,87	0,0406	11,14	10,55	-0,59	-
7_Schwarzbach-Moosquelle	11,00	0,60	9,47	12,30	54	-0,000065	13,45	0,0309	11,26	10,79	-0,47	-
7_Schwarzbodenquelle	7,09	1,28	5,30	10,20	55	-0,000109	11,14	0,0362	7,46	6,66	-0,80	-
7_Schwarzlackenquelle	10,85	0,54	9,60	11,84	56	-0,000096	14,49	0,0843	11,24	10,54	-0,70	-
7_Stubbachquelle	10,37	0,25	10,00	10,79	13	0,000163	3,86	0,2358	9,35	10,53	1,19	ngD
7_TW-Stollen-Bettelwurf (mitte)	11,94	0,59	10,50	13,00	46	-0,000047	13,73	0,0125	12,15	11,81	-0,34	-
7_Untere Schmittequelle (II)	8,84	0,72	7,24	9,92	34	-0,000224	17,47	0,2332	9,90	8,26	-1,64	-
8_Aubachquelle	10,09	1,78	4,95	13,90	50	-0,000210	17,98	0,0639	10,87	9,34	-1,54	-
8_Fidelisquelle	10,36	1,83	4,76	15,40	51	0,000056	8,28	0,0043	10,16	10,56	0,41	0
8_Gerstenbödenquelle	9,84	1,46	4,63	12,40	49	-0,000146	15,31	0,0467	10,39	9,32	-1,06	-
8_Goldbachquelle	10,29	1,52	4,84	14,20	40	-0,000130	15,20	0,0363	10,81	9,86	-0,95	-
8_Marulbachquelle	9,70	2,13	4,90	13,14	40	0,000094	6,16	0,0098	9,32	10,01	0,68	0
Mittelwert	10,23	1,01	7,68	12,70	53	-0,0001	13,23	0,0785	10,53	9,94	-0,58	

Tabelle 33: Lineare Trendanalyse des Calciumgehalts [mg/L] der ausgewählten Quellen auf Grund von GZÜV-Messungen (1992 ÷ 2012), (Startdatum Regressionsgerade: 15.07.1992, Enddatum Regressionsgerade: 15.07.2012)

Name	Mittelwert	STABW	Min	Max	Messungen	Steigung	Achsenabschnitt	R ²	Startwert Reg. gerade	Endwert Reg. gerade	Differenz	Trend
1_Windener Quelle	120,18	7,15	109,00	136,00	40	-0,0026	221,74	0,2188	132,49	113,20	-19,29	-
2_Draurainquelle	84,10	4,11	72,30	95,40	82	0,0003	74,58	0,0187	83,15	85,00	1,85	+
2_Fellbachquelle	53,80	3,12	45,60	63,00	67	0,0003	41,29	0,0486	52,69	55,16	2,46	+
2_Kressquelle	29,39	1,85	25,30	36,10	51	-0,0001	32,05	0,0042	29,66	29,15	-0,51	0
2_Tiebelquelle	30,54	1,65	27,60	35,28	60	0,0007	5,16	0,6193	28,03	32,98	4,94	+
2_Union Quelle	51,29	2,80	42,70	59,70	67	0,0003	40,88	0,0407	50,40	52,45	2,06	+
3_Große Mühlquelle	61,82	6,99	42,40	73,00	62	-0,0009	93,91	0,0499	65,03	58,79	-6,24	-
3_Reithbachquelle	36,81	2,50	29,30	41,70	64	-0,0006	58,40	0,1845	38,99	34,79	-4,20	-
3_Steinbachquelle	42,83	3,17	34,00	52,30	65	-0,0006	65,00	0,1195	45,06	40,75	-4,31	-
3_Ursulaquelle	28,64	3,04	20,60	34,20	65	-0,0007	56,44	0,2055	31,43	26,03	-5,40	-
4_Hirschbrunn-Seeaustritt	33,30	4,32	24,00	40,00	52	-0,0004	47,19	0,0205	34,80	32,13	-2,68	-
4_Langwies/Miesbach	39,42	8,11	24,00	57,30	55	-0,0004	53,66	0,0063	40,98	38,23	-2,74	0
4_Pießling Ursprung	30,01	2,74	24,60	36,00	54	0,0000	29,35	0,0001	29,94	30,06	0,13	0
4_Rettenbachquelle	33,54	3,50	26,10	42,30	54	-0,0001	37,08	0,0020	33,92	33,23	-0,68	0
4_Steyernquelle	39,40	3,59	30,00	46,80	53	0,0002	32,18	0,0076	38,61	40,00	1,39	0
4_Teufelskirche	36,67	4,19	25,30	45,00	50	0,0001	34,51	0,0005	36,43	36,85	0,41	0
4_Waldbachursprung	27,95	4,60	20,10	40,10	52	0,0003	17,69	0,0092	26,83	28,80	1,98	0
5_Friedlbrunnquelle	65,21	2,81	60,90	72,06	68	0,0006	44,07	0,1580	63,17	67,30	4,13	+
5_Gollinger Wasserfall	33,62	2,95	27,30	41,50	70	0,0002	25,31	0,0240	32,86	34,50	1,63	+
5_Marbachquelle	29,05	2,17	24,10	33,95	58	0,0004	13,34	0,1091	27,44	30,49	3,05	+
5_Pucherhäusquelle	28,35	2,16	20,66	32,50	52	0,0001	24,27	0,0065	27,90	28,69	0,79	0
6_Brunnaderquelle	78,70	5,26	62,80	88,80	54	-0,0008	107,06	0,0511	81,70	76,22	-5,48	-
6_Edelrautenquelle	4,20	0,83	2,90	6,20	51	0,0000	5,28	0,0034	4,32	4,11	-0,21	0
6_Hammerbachquelle	57,70	4,13	49,40	67,20	55	0,0008	27,83	0,0994	54,49	60,25	5,76	+
6_Höhenhanslquelle	7,03	0,79	5,30	8,90	54	0,0000	7,69	0,0013	7,10	6,97	-0,13	0
6_Ödensee-Kaltwassertrichter	36,32	6,90	21,30	53,70	47	-0,0010	74,18	0,0540	40,59	33,33	-7,26	-
6_Preunegger Siebenquellen	20,95	1,67	17,00	24,50	46	0,0000	22,33	0,0010	21,11	20,84	-0,26	0
6_Reihbachquelle	18,10	1,14	15,40	20,60	52	0,0004	2,72	0,3134	16,44	19,41	2,97	+
6_Roßlochquelle	46,50	3,89	36,90	52,30	56	-0,0005	64,91	0,0416	48,48	44,93	-3,55	-
6_Sagtümpel	34,92	5,25	21,40	42,60	54	-0,0002	44,22	0,0057	35,92	34,13	-1,79	0
6_Schwabeltalquelle	34,52	2,36	30,60	40,60	53	-0,0002	43,49	0,0267	35,51	33,78	-1,73	-
6_Wassermannsloch	32,55	2,99	25,10	37,20	56	-0,0004	46,07	0,0381	34,01	31,40	-2,61	-
6_Zeutschacher Ursprungquelle	59,50	2,34	54,40	64,90	55	-0,0004	75,46	0,0843	61,23	58,16	-3,07	-
7_Alfutzquelle	42,12	1,51	38,80	45,30	56	-0,0002	50,58	0,0588	43,03	41,40	-1,63	-
7_Auebachquelle	43,81	2,18	38,00	48,40	54	0,0000	45,39	0,0019	43,95	43,64	-0,31	0
7_Blaue Quelle	90,11	3,82	78,70	99,40	70	0,0001	87,30	0,0016	89,86	90,41	0,55	0
7_Doserfall	32,39	10,09	14,20	56,90	56	0,0009	-0,15	0,0193	28,89	35,17	6,28	+
7_Katzensteigquelle	60,22	2,47	53,87	66,80	63	-0,0001	63,84	0,0050	60,59	59,88	-0,70	0
7_Klaushofquelle (obere)	25,39	1,61	21,20	30,40	55	-0,0001	28,02	0,0096	25,63	25,11	-0,52	0
7_Kohgrubenquelle	28,11	1,35	25,00	31,50	50	0,0001	25,08	0,0162	27,82	28,42	0,59	+
7_Lacknerbrunnquelle	12,43	0,77	11,70	14,10	14	0,0005	-7,68	0,2093	9,28	12,94	3,67	ngD
7_Lastal-Stollenquelle	27,33	2,35	21,20	34,40	49	0,0000	27,70	0,0001	27,37	27,30	-0,07	0
7_Lehnbachquellen	24,00	1,20	21,50	27,10	54	-0,0002	33,22	0,1069	25,01	23,24	-1,77	-
7_Mühlbachquelle	54,26	9,61	40,80	75,10	56	0,0008	25,50	0,0166	51,16	56,71	5,55	+
7_Ochsenbrunnquelle	7,34	0,59	5,69	9,35	63	0,0001	2,98	0,1267	6,91	7,76	0,85	+
7_Pulverermühlquelle	39,85	1,77	34,40	44,10	55	-0,0002	49,02	0,0493	40,85	39,08	-1,77	-
7_Schreiende Brunnen	26,54	5,12	17,60	35,50	56	-0,0001	30,09	0,0009	26,93	26,24	-0,68	0
7_Schwarzbach-Moosquelle	29,87	1,42	26,70	32,80	56	0,0000	30,32	0,0002	29,92	29,83	-0,09	0
7_Schwarzbodenquelle	36,99	3,37	31,20	44,20	55	-0,0014	87,48	0,7907	41,45	31,51	-9,95	-
7_Schwarzlackenquelle	44,52	6,63	35,10	60,20	56	-0,0003	54,56	0,0043	45,61	43,67	-1,94	0
7_Stubbachquelle	40,64	1,99	37,50	43,70	14	-0,0004	56,75	0,0210	43,16	40,22	-2,94	ngD
7_TW-Stollen-Bettelwurf (mitte)	20,71	1,08	18,90	23,90	45	0,0001	17,72	0,0105	20,35	20,92	0,57	+
7_Untere Schmittequelle (II)	41,33	1,74	38,50	46,50	34	-0,0001	43,58	0,0027	41,61	41,18	-0,43	0
8_Aubachquelle	37,63	7,75	22,35	50,90	46	-0,0001	42,21	0,0012	38,10	37,20	-0,89	0
8_Fidelisquelle	24,02	4,52	10,50	33,50	49	-0,0002	30,38	0,0068	24,65	23,41	-1,24	0
8_Gerstenbödenquelle	29,67	2,56	21,90	39,20	44	0,0006	7,37	0,2410	27,28	31,58	4,30	+
8_Goldbachquelle	27,89	3,00	17,95	36,50	40	0,0001	25,46	0,0022	27,63	28,10	0,47	0
8_Marulbachquelle	72,43	40,35	17,30	168,70	42	-0,0010	110,28	0,0030	76,42	69,10	-7,32	0
Mittelwert	39,42	4,03	31,02	48,62	53	0,00	43,73	0,07	39,90	39,07	-0,83	

Tabelle 34: Lineare Trendanalyse des Hydrogenkarbonatgehalts [mg/L] der ausgewählten Quellen auf Grund von GZÜV-Messungen (1992 ÷ 2012), (Startdatum Regressionsgerade: 15.07.1992, Enddatum Regressionsgerade: 15.07.2012)

Name	Mittelwert	STABW	Min	Max	Messungen	Steigung	Achsenabschnitt	R ²	Startwert Reg. gerade	Endwert Reg. gerade	Differenz	Trend
1_Windener Quelle	333,33	8,52	308,00	354,00	39	-0,0008	364,40	0,0139	337,06	331,16	-5,91	-
2_Draurainquelle	310,83	8,43	289,80	331,20	82	0,0006	288,58	0,0243	308,61	312,94	4,33	+
2_Fellbachquelle	207,89	7,01	189,60	228,80	66	-0,0003	219,65	0,0084	208,94	206,62	-2,31	0
2_Kressquelle	116,69	7,11	103,06	135,46	51	-0,0016	178,42	0,1528	123,13	111,18	-11,95	-
2_Tiebelquelle	112,04	5,76	100,20	125,70	61	0,0008	81,66	0,0727	109,06	114,98	5,92	+
2_Union Quelle	198,12	11,53	170,05	229,79	68	-0,0009	233,19	0,0283	201,18	194,26	-6,92	-
3_Große Mühlquelle	162,49	8,76	137,00	178,00	62	0,0006	141,19	0,0140	160,36	164,50	4,14	+
3_Reithbachquelle	183,43	9,96	155,00	204,80	64	-0,0011	224,80	0,0426	187,61	179,57	-8,04	-
3_Steinbachquelle	167,98	14,00	134,00	209,00	65	-0,0018	237,31	0,0600	174,95	161,48	-13,48	-
3_Ursulaquelle	120,79	14,81	84,00	163,40	65	-0,0035	253,92	0,1990	134,17	108,29	-25,88	-
4_Hirschbrunn-Seeaustritt	103,14	15,30	72,00	134,00	52	-0,0027	203,59	0,0854	114,01	94,65	-19,36	-
4_Langwies/Miesbach	116,14	14,16	87,30	143,00	55	-0,0026	215,71	0,1009	126,99	107,82	-19,17	-
4_Pießling Ursprung	117,49	10,32	97,60	134,00	53	-0,0007	144,26	0,0131	120,37	115,21	-5,16	-
4_Rettenbachquelle	120,26	13,43	91,50	146,00	54	-0,0015	175,25	0,0323	126,16	115,56	-10,61	-
4_Steyernquelle	172,33	24,03	113,00	210,00	54	-0,0008	201,56	0,0028	175,47	169,83	-5,64	0
4_Teufelskirche	136,45	21,09	94,60	190,00	50	-0,0018	205,92	0,0201	144,13	130,78	-13,35	-
4_Waldbachursprung	88,04	14,85	64,00	129,00	52	-0,0014	140,12	0,0229	93,74	83,71	-10,02	-
5_Friedlbrunnquelle	276,20	15,23	256,00	310,00	68	0,0044	110,43	0,3303	260,20	292,57	32,37	+
5_Gollinger Wasserfall	112,53	13,05	85,89	140,00	71	0,0003	101,22	0,0022	111,51	113,73	2,22	0
5_Marbachquelle	139,42	8,16	119,00	166,77	58	0,0017	74,95	0,1304	132,79	145,30	12,50	+
5_Pucherhäusquelle	151,02	8,50	122,00	166,00	51	0,0008	120,60	0,0235	147,64	153,48	5,84	+
6_Brunnaderquelle	286,78	15,64	228,00	320,00	54	-0,0002	292,96	0,0003	287,43	286,24	-1,19	0
6_Edelrautenquelle	10,25	2,31	4,88	16,00	51	-0,0002	18,97	0,0283	11,20	9,52	-1,68	-
6_Hammerbachquelle	178,69	12,61	149,00	206,00	55	0,0031	61,01	0,1659	166,01	188,70	22,69	+
6_Höhenhansquelle	15,60	2,80	11,00	21,00	55	-0,0001	18,28	0,0017	15,89	15,37	-0,52	0
6_Ödensee-Kaltwassertrichter	115,23	22,47	61,00	161,00	47	-0,0038	259,66	0,0740	131,52	103,83	-27,69	-
6_Preunegger Siebenquellen	91,75	5,85	71,00	104,00	45	-0,0002	99,52	0,0026	92,66	91,18	-1,48	0
6_Reihbachquelle	58,85	7,30	18,30	67,70	53	-0,0003	69,21	0,0038	59,97	57,97	-2,00	0
6_Roßlochquelle	158,01	15,75	120,00	178,00	56	-0,0004	173,06	0,0017	159,64	156,73	-2,90	0
6_Sagtümpel	149,24	23,05	91,50	179,00	54	0,0002	141,62	0,0002	148,42	149,89	1,47	0
6_Schwabeltalquelle	145,68	8,03	128,00	159,00	51	0,0007	118,73	0,0215	142,71	147,89	5,18	+
6_Wassermannsloch	126,89	14,35	92,00	148,00	56	-0,0006	150,89	0,0052	129,48	124,85	-4,63	0
6_Zeutschacher Ursprungquelle	189,17	4,40	173,00	198,00	55	0,0002	181,32	0,0058	188,32	189,83	1,51	0
7_Alfutzquelle	163,43	2,17	158,00	168,50	56	-0,0005	181,94	0,1351	165,43	161,86	-3,57	-
7_Auebachquelle	136,28	4,62	121,00	146,60	53	-0,0001	141,20	0,0041	136,72	135,75	-0,97	0
7_Blaue Quelle	214,01	3,63	209,00	234,70	71	-0,0004	229,29	0,0509	215,40	212,40	-3,00	-
7_Doserfall	132,17	15,86	88,11	176,00	56	0,0004	115,96	0,0019	130,43	133,55	3,13	0
7_Katzensteigquelle	223,67	6,38	211,00	239,40	63	-0,0003	234,72	0,0070	224,77	222,63	-2,15	0
7_Klaushofquelle (obere)	128,02	4,20	119,50	144,70	55	0,0006	106,67	0,0929	126,08	130,27	4,20	+
7_Kohlgrubenquelle	85,27	1,71	81,80	89,60	49	-0,0002	93,50	0,0717	86,05	84,44	-1,61	-
7_Lacknerbrunnquelle	36,24	2,67	33,40	44,20	14	0,0020	-45,30	0,2822	23,46	38,32	14,86	ngD
7_Lastal-Stollenquelle	141,25	10,15	113,00	155,10	49	-0,0005	160,10	0,0111	143,05	139,37	-3,68	-
7_Lehnbachquellen	139,49	4,45	130,30	151,90	55	-0,0008	169,97	0,0845	142,80	136,93	-5,87	-
7_Mühlbachquelle	119,02	3,52	113,00	127,00	55	-0,0001	124,60	0,0045	119,63	118,55	-1,07	0
7_Ochsenbrunnquelle	18,29	1,79	14,10	24,10	63	-0,0005	37,62	0,2707	20,18	16,42	-3,77	-
7_Pulverermühlquelle	148,27	5,27	132,00	156,00	55	-0,0001	153,04	0,0015	148,78	147,86	-0,92	0
7_Schreiende Brunnen	129,19	11,46	99,60	147,50	56	0,0001	126,31	0,0001	128,88	129,43	0,55	0
7_Schwarzbach-Moosquelle	117,73	4,97	106,70	127,00	56	0,0002	108,67	0,0062	116,75	118,50	1,75	0
7_Schwarzbodenquelle	185,33	6,72	176,00	200,70	56	-0,0028	288,26	0,8407	194,59	174,34	-20,25	-
7_Schwarzlackenquelle	128,94	4,83	121,50	139,10	56	-0,0001	132,27	0,0009	129,30	128,66	-0,64	0
7_Stubbachquelle	144,93	2,46	140,00	149,00	14	0,0008	111,76	0,0579	139,73	145,77	6,05	ngD
7_TW-Stollen-Bettelwurf (mitte)	91,12	2,84	86,42	100,20	46	-0,0010	128,37	0,2317	95,56	88,47	-7,09	-
7_Untere Schmittequelle (II)	143,58	3,76	134,00	150,50	33	-0,0005	164,55	0,0496	146,18	142,21	-3,97	-
8_Aubachquelle	123,01	29,48	72,00	200,00	47	0,0004	106,90	0,0010	121,38	124,51	3,13	0
8_Fidelisquelle	67,72	8,46	51,20	90,89	48	-0,0004	81,72	0,0094	69,12	66,40	-2,72	0
8_Gerstenbödenquelle	117,64	13,94	68,90	170,80	45	0,0008	88,00	0,0148	114,62	120,38	5,75	+
8_Goldbachquelle	111,15	17,48	81,70	176,90	40	-0,0006	131,91	0,0047	113,27	109,25	-4,03	0
8_Marulbachquelle	138,93	32,37	93,70	241,39	41	-0,0035	271,08	0,0555	152,56	126,94	-25,62	-
Mittelwert	140,65	10,24	116,85	164,46	53	-0,0004	154,22	0,0686	142,00	139,36	-2,64	

Tabelle 35: Lineare Trendanalyse des Magnesiumgehalts [mg/L] der ausgewählten auf Grund von GZÜV-Messungen (1992 ÷ 2012), (Startdatum Regressionsgerade: 15.07.1992, Enddatum Regressionsgerade: 15.07.2012)

Name	Mittelwert	STAB W	Min	Max	Messungen	Steigung	Achsenabschnitt	R ²	Startwert Reg. gerade	Endwert Reg. gerade	Differenz	Trend
1_Windener Quelle	47,20	2,64	41,20	52,30	40	-0,0009	79,94	0,1669	51,17	44,95	-6,22	-
2_Draurainquelle	17,87	0,79	15,92	19,56	81	0,0002	12,01	0,1867	17,28	18,41	1,14	+
2_Fellbachquelle	18,31	1,20	15,70	21,40	66	0,0001	16,14	0,0097	18,11	18,54	0,43	0
2_Kressquelle	6,29	1,00	4,50	9,20	52	-0,0002	12,54	0,0778	6,94	5,73	-1,21	-
2_Tiebelquelle	5,19	0,37	4,40	6,03	61	0,0002	-0,91	0,7058	4,59	5,78	1,19	+
2_Union Quelle	9,38	1,39	6,20	13,00	67	-0,0001	14,59	0,0411	9,82	8,79	-1,03	-
3_Große Mühlquelle	8,42	1,13	5,30	11,40	62	-0,0002	14,62	0,0709	9,04	7,83	-1,21	-
3_Reithbachquelle	16,82	1,47	12,90	20,00	65	-0,0003	29,60	0,1840	18,10	15,62	-2,48	-
3_Steinbachquelle	9,26	1,50	5,67	12,60	64	-0,0003	22,21	0,1833	10,57	8,05	-2,52	-
3_Ursulaquelle	10,12	1,17	7,30	12,70	65	-0,0003	22,31	0,2677	11,34	8,97	-2,37	-
4_Hirschbrunn-Seeaustritt	1,32	0,71	0,25	3,40	51	-0,0001	4,67	0,0430	1,68	1,04	-0,65	-
4_Langwies/Miesbach	5,67	2,05	2,40	9,20	55	-0,0002	13,25	0,0279	6,49	5,03	-1,46	-
4_Pießling Ursprung	6,31	1,34	3,90	8,50	54	0,0000	7,06	0,0006	6,39	6,24	-0,15	0
4_Rettenbachquelle	5,04	0,82	3,40	6,70	54	-0,0001	7,76	0,0210	5,33	4,81	-0,52	-
4_Steyernquelle	12,61	2,94	5,70	17,30	53	-0,0001	15,72	0,0021	12,95	12,35	-0,60	0
4_Teufelskirche	6,60	2,29	3,10	12,20	49	-0,0002	14,41	0,0211	7,47	5,97	-1,50	-
4_Waldbachursprung	1,26	0,59	0,25	2,70	52	-0,0001	3,25	0,0213	1,48	1,10	-0,38	-
5_Friedlbrunnquelle	27,03	0,89	25,50	29,00	66	0,0000	27,38	0,0004	27,06	26,99	-0,07	0
5_Gollinger Wasserfall	3,27	1,33	1,30	6,40	71	-0,0001	5,93	0,0119	3,51	2,98	-0,52	-
5_Marbachquelle	13,08	0,90	11,18	15,00	58	0,0001	8,96	0,0438	12,66	13,46	0,80	+
5_Pucherhäusquelle	17,74	1,42	13,00	20,00	52	-0,0001	21,79	0,0151	18,18	17,40	-0,78	-
6_Brunnaderquelle	21,79	1,96	17,30	28,30	54	-0,0002	27,55	0,0152	22,40	21,29	-1,11	-
6_Edelrautenquelle	0,57	0,14	0,40	1,00	51	0,0000	0,18	0,0164	0,53	0,61	0,07	ngD
6_Hammerbachquelle	5,83	0,60	4,30	7,54	55	0,0001	2,44	0,0610	5,47	6,12	0,65	+
6_Höhenhanslquelle	2,18	0,43	1,40	3,49	54	0,0000	3,16	0,0099	2,29	2,10	-0,19	-
6_Ödensee-Kaltwassertrichter	1,99	0,70	0,50	4,70	46	-0,0001	4,95	0,0320	2,33	1,76	-0,57	-
6_Preunegger Siebenquellen	9,46	0,91	7,00	11,30	45	0,0000	9,20	0,0001	9,43	9,47	0,05	0
6_Reihbachquelle	2,10	0,36	0,50	2,80	53	0,0001	-1,92	0,2353	1,67	2,44	0,77	+
6_Roßlochquelle	6,78	2,25	1,60	10,20	56	-0,0001	11,40	0,0078	7,28	6,39	-0,89	0
6_Sagtümpel	9,58	1,87	5,90	12,80	55	0,0000	8,23	0,0010	9,43	9,69	0,26	0
6_Schwabeltalquelle	9,92	1,06	7,50	13,00	53	0,0000	9,38	0,0005	9,86	9,96	0,10	0
6_Wassermannsloch	6,74	1,54	3,40	10,10	56	-0,0001	9,78	0,0072	7,06	6,48	-0,59	0
_Zeutschacher Ursprungquelle	3,43	0,39	2,40	4,86	55	0,0001	0,83	0,0806	3,14	3,64	0,50	+
7_Alfutzquelle	16,89	0,63	15,30	18,20	56	-0,0001	19,06	0,0225	17,12	16,70	-0,42	-
7_Auebachquelle	7,53	2,40	2,63	12,20	54	0,0000	8,78	0,0010	7,64	7,39	-0,25	0
7_Blaue Quelle	18,89	0,98	16,40	21,58	69	-0,0002	26,22	0,1567	19,55	18,11	-1,44	-
7_Doserfall	12,44	3,01	6,03	19,60	56	0,0003	2,22	0,0214	11,34	13,32	1,97	+
7_Katzensteigquelle	10,51	0,51	9,54	11,67	63	-0,0001	15,73	0,2459	11,03	10,02	-1,02	-
7_Klaushofquelle (obere)	10,90	0,66	9,09	12,81	55	0,0000	12,11	0,0123	11,01	10,77	-0,24	-
7_Kohlgrubenquelle	2,48	0,16	2,18	2,82	50	0,0000	3,53	0,1454	2,58	2,37	-0,20	-
7_Lacknerbrunnquelle	0,50	0,00	0,50	0,50	14	0,0000	0,50		0,50	0,50	0,00	ngD
7_Lastal-Stollenquelle	11,66	1,25	8,63	15,70	49	-0,0001	14,09	0,0119	11,90	11,43	-0,47	-
7_Lehnbachquellen	13,65	0,61	12,50	15,60	54	-0,0001	17,52	0,0721	14,07	13,33	-0,74	-
7_Mühlbachlquelle	15,47	3,15	11,40	23,80	56	0,0003	4,38	0,0229	14,27	16,41	2,14	+
7_Ochsenbrunnquelle	1,15	0,09	1,00	1,40	60	0,0000	0,73	0,0566	1,11	1,19	0,08	+
7_Pulverermühlquelle	6,00	0,73	4,43	7,24	56	0,0000	6,74	0,0019	6,08	5,94	-0,14	0
7_Schreiende Brunnen	16,74	4,31	9,67	24,20	56	-0,0001	21,59	0,0023	17,26	16,33	-0,94	0
7_Schwarzbach-Moosquelle	5,55	0,52	4,62	7,06	56	0,0000	5,09	0,0015	5,50	5,59	0,09	0
7_Schwarzbodenquelle	20,62	1,93	17,30	24,50	55	-0,0008	49,79	0,8007	23,20	17,45	-5,75	-
7_Schwarzlackenquelle	7,85	1,30	5,67	10,50	56	0,0000	9,38	0,0026	8,01	7,72	-0,29	0
7_Stubbachquelle	6,94	0,31	6,33	7,31	14	0,0001	4,83	0,0151	6,61	7,00	0,39	ngD
7_TW-Stollen-Bettelwurf (mitte)	7,09	0,36	6,43	7,71	45	-0,0001	9,85	0,0795	7,42	6,90	-0,52	-
7_Untere Schmittequelle (II)	10,34	0,62	8,96	12,00	34	0,0000	9,82	0,0011	10,28	10,38	0,10	0
8_Aubachquelle	1,61	0,89	0,25	4,65	47	-0,0001	4,74	0,0421	1,93	1,32	-0,61	-
8_Fidelisquelle	1,50	0,67	0,50	3,20	49	-0,0001	5,34	0,1104	1,88	1,14	-0,75	-
8_Gerstenbödenquelle	6,58	0,73	3,20	8,80	46	0,0001	4,56	0,0252	6,37	6,76	0,39	+
8_Goldbachquelle	6,87	0,64	3,70	7,60	39	0,0000	5,44	0,0171	6,72	6,99	0,28	+
8_Marulbachquelle	15,94	5,88	7,10	31,70	42	-0,0004	32,13	0,0263	17,64	14,51	-3,13	-
Mittelwert	9,74	1,25	7,15	12,60	53	-0,0001	12,63	0,0783	10,04	9,48	-0,56	

Tabelle 36: Lineare Trendanalyse des Nitratgehalts [mg/L] der ausgewählten Quellen auf Grund von GZÜV-Messungen (1992 ÷ 2012), (Startdatum Regressionsgerade: 15.07.1992, Enddatum Regressionsgerade: 15.07.2012)

Name	Mittelwert	STABW	Min	Max	Messungen	Steigung	Achsenabschnitt	R ²	Startwert Reg. gerade	Endwert Reg. gerade	Differenz	Trend
1_Windener Quelle	27,76	3,32	22,70	34,80	40	0,0007	-0,27	0,0773	24,36	29,69	5,32	+
2_Draurainquelle	21,69	1,49	17,69	25,12	82	-0,0003	31,66	0,1557	22,68	20,74	-1,94	-
2_Fellbachquelle	1,77	0,42	1,16	3,30	66	0,0001	-1,33	0,1638	1,49	2,10	0,61	+
2_Kressquelle	2,51	0,30	1,81	3,24	50	0,0000	0,65	0,0794	2,31	2,67	0,36	+
2_Tiebelquelle	3,69	0,36	2,51	4,47	59	-0,0001	6,91	0,2175	4,01	3,38	-0,63	-
2_Union Quelle	3,30	0,32	2,50	4,10	67	0,0000	3,63	0,0031	3,33	3,26	-0,06	0
3_Große Mühlquelle	4,49	0,67	2,80	6,40	61	0,0000	3,75	0,0029	4,42	4,56	0,14	0
3_Reithbachquelle	5,62	0,60	4,35	7,30	63	0,0000	4,03	0,0174	5,46	5,76	0,31	+
3_Steinbachquelle	5,34	0,82	3,50	7,73	64	0,0001	2,64	0,0263	5,07	5,59	0,52	+
3_Ursulaquelle	8,26	1,08	5,51	11,60	64	0,0001	3,60	0,0440	7,80	8,70	0,91	+
4_Hirschbrunn-Seeaustritt	2,21	1,30	0,50	5,06	51	-0,0001	6,17	0,0186	2,64	1,87	-0,76	-
4_Langwies/Miesbach	3,62	1,14	1,90	6,60	55	-0,0001	7,89	0,0288	4,09	3,27	-0,82	-
4_Pießling Ursprung	2,53	0,77	1,40	4,70	53	-0,0001	5,67	0,0317	2,87	2,27	-0,61	-
4_Rettenbachquelle	2,99	0,81	1,50	5,19	54	-0,0001	4,90	0,0107	3,19	2,82	-0,37	-
4_Steyrquelle	5,48	1,26	2,40	8,90	54	0,0002	-3,35	0,0939	4,53	6,24	1,70	+
4_Teufelskirche	4,02	1,05	2,00	7,30	49	-0,0001	6,33	0,0089	4,28	3,84	-0,44	-
4_Waldbachursprung	2,20	1,10	0,50	5,14	53	0,0000	3,75	0,0037	2,37	2,07	-0,30	0
5_Friedlbrunnquelle	4,74	0,64	3,50	6,20	68	-0,0002	11,56	0,3176	5,39	4,06	-1,33	-
5_Gollinger Wasserfall	2,60	1,00	0,40	5,50	71	-0,0001	6,23	0,0396	2,92	2,21	-0,71	-
5_Marbachquelle	1,57	0,41	0,80	2,90	58	0,0000	2,67	0,0156	1,69	1,48	-0,21	-
5_Pucherhäusquelle	1,92	0,29	1,27	2,70	50	0,0000	2,38	0,0048	1,97	1,88	-0,09	0
6_Brunnaderquelle	4,83	0,44	3,80	6,08	54	0,0001	1,23	0,1198	4,45	5,14	0,70	+
6_Edelrautenquelle	5,15	0,80	3,10	7,20	51	0,0002	-1,44	0,1380	4,44	5,71	1,27	+
6_Hammerbachquelle	9,48	1,03	7,10	11,70	55	0,0001	4,86	0,0382	8,99	9,88	0,89	+
6_Höhenhansquelle	13,86	1,91	10,40	19,00	54	0,0002	7,14	0,0229	13,13	14,43	1,30	+
6_Ödensee-Kaltwassertrichter	2,10	1,20	0,50	5,70	47	0,0000	0,23	0,0043	1,89	2,24	0,36	0
6_Preunegger Siebenquellen	1,63	0,45	0,50	2,63	46	-0,0001	4,31	0,0510	1,95	1,44	-0,51	-
6_Reihbachquelle	1,51	0,48	0,50	3,23	53	0,0001	-0,97	0,0516	1,25	1,72	0,48	+
6_Roßlochquelle	4,06	0,67	2,20	5,70	56	0,0001	0,80	0,0436	3,71	4,34	0,63	+
6_Sagtümpel	2,02	0,92	0,50	4,31	55	0,0002	-5,00	0,1069	1,25	2,61	1,35	+
6_Schwabtalquelle	4,05	0,66	2,60	5,76	52	0,0001	-0,86	0,1014	3,52	4,46	0,95	+
6_Wassermannsloch	2,96	0,71	1,10	4,80	55	0,0000	2,58	0,0005	2,92	3,00	0,07	0
_Zeutschacher Ursprungquelle	3,39	0,49	1,58	4,88	55	0,0000	1,91	0,0169	3,23	3,52	0,29	+
7_Alfutzquelle	1,38	0,07	1,21	1,54	56	0,0000	1,94	0,1330	1,44	1,33	-0,11	-
7_Auebachquelle	2,15	0,24	1,69	2,69	54	0,0001	0,00	0,2963	1,96	2,38	0,42	+
7_Blaue Quelle	3,36	0,19	2,98	3,73	72	0,0000	3,48	0,0012	3,37	3,35	-0,02	0
7_Doserfall	0,95	0,19	0,50	1,52	55	0,0000	1,77	0,0350	1,04	0,88	-0,16	-
7_Katzensteigquelle	3,39	0,36	2,60	4,35	62	-0,0001	6,84	0,2091	3,74	3,07	-0,67	-
7_Klaushofquelle (obere)	2,53	0,16	2,18	2,92	55	0,0000	1,99	0,0398	2,49	2,59	0,11	+
7_Kohlgrubenquelle	0,71	0,20	0,50	1,27	50	0,0001	-1,49	0,3749	0,50	0,93	0,43	+
7_Lacknerbrunnquelle	3,65	0,42	3,02	4,21	14	0,0000	3,16	0,0004	3,57	3,66	0,09	ngD
7_Lastal-Stollenquelle	1,89	0,36	1,09	2,74	50	0,0001	-0,19	0,1064	1,69	2,09	0,41	+
7_Lehnbachquellen	1,72	0,18	1,45	2,23	54	0,0000	2,94	0,0802	1,85	1,62	-0,24	-
7_Mühlbachquelle	2,03	0,13	1,73	2,30	56	0,0000	3,63	0,2651	2,21	1,90	-0,31	-
7_Ochsenbrunnquelle	2,58	0,26	2,16	3,28	64	-0,0001	5,36	0,2639	2,86	2,32	-0,54	-
7_Pulverermühlquelle	2,83	0,37	1,72	3,75	55	0,0000	1,83	0,0140	2,73	2,92	0,19	+
7_Schreiende Brunnen	1,74	0,28	1,12	2,46	56	0,0000	0,69	0,0252	1,62	1,83	0,20	+
7_Schwarzbach-Moosquelle	2,14	0,12	1,93	2,50	55	0,0000	2,23	0,0010	2,15	2,13	-0,02	0
7_Schwarzbodenquelle	1,09	0,28	0,50	1,81	56	0,0001	-1,74	0,3676	0,84	1,40	0,56	+
7_Schwarzlackenquelle	1,78	0,16	1,55	2,23	55	0,0000	2,33	0,0213	1,84	1,74	-0,10	-
7_Stubbachquelle	1,76	0,10	1,64	1,95	14	0,0001	-1,24	0,3040	1,29	1,84	0,55	ngD
7_TW-Stollen-Bettelwurf (mitte)	1,78	0,07	1,62	1,98	46	0,0000	1,64	0,0053	1,76	1,79	0,03	0
7_Untere Schmittequelle (II)	2,42	0,10	2,23	2,60	34	0,0000	3,01	0,0607	2,49	2,38	-0,11	-
8_Aubachquelle	1,69	0,89	0,05	3,90	47	0,0000	2,94	0,0067	1,81	1,57	-0,24	0
8_Fidelisquelle	1,04	0,51	0,05	2,90	48	0,0000	2,03	0,0124	1,14	0,95	-0,19	-
8_Gerstenbödenquelle	2,22	0,41	1,20	3,63	45	0,0000	2,71	0,0044	2,27	2,18	-0,09	0
8_Goldbachquelle	1,27	0,55	0,05	2,85	39	0,0000	1,11	0,0003	1,25	1,28	0,03	0
8_Marulbachquelle	1,13	0,60	0,05	2,90	40	-0,0001	3,55	0,0516	1,40	0,93	-0,47	-
Mittelwert	3,84	0,62	2,58	5,47	53	0,00	3,01	0,08	3,74	3,90	0,16	

Tabelle 37: Lineare Trendanalyse des Sulfatgehalts [mg/L] der ausgewählten Quellen auf Grund von GZÜV-Messungen (1992 ÷ 2012), (Startdatum Regressionsgerade: 15.07.1992, Enddatum Regressionsgerade: 15.07.2012)

Name	Mittelwert	STABW	Min	Max	Messungen	Steigung	Achsenabschnitt	R ²	Startwert Reg. gerade	Endwert Reg. gerade	Differenz	Trend
1_Windener Quelle	212,73	19,19	167,00	257,00	40	-0,0061	445,65	0,1596	240,96	196,72	-44,24	-
2_Draurainquelle	10,48	1,11	8,48	13,60	82	-0,0004	24,42	0,5556	11,87	9,16	-2,71	-
2_Fellbachquelle	38,93	5,59	28,20	50,60	66	-0,0006	60,34	0,0449	40,81	36,59	-4,22	-
2_Kressquelle	5,47	1,29	2,00	7,50	50	-0,0002	14,61	0,0985	6,44	4,67	-1,77	-
2_Tiebelquelle	7,24	0,56	5,60	8,70	59	0,0000	5,53	0,0252	7,07	7,41	0,33	+
2_Union Quelle	4,52	0,77	2,83	6,30	67	-0,0002	12,54	0,3188	5,21	3,62	-1,58	-
3_Große Mühlquelle	51,78	16,43	8,47	90,50	62	-0,0018	119,86	0,0406	58,59	45,35	-13,24	-
3_Reithbachquelle	7,05	2,97	2,60	17,50	64	-0,0002	12,91	0,0096	7,64	6,51	-1,14	0
3_Steinbachquelle	5,47	2,38	2,21	12,20	64	-0,0003	16,53	0,0529	6,58	4,44	-2,15	-
3_Ursulaquelle	13,00	2,13	7,30	19,90	64	-0,0001	17,89	0,0131	13,49	12,53	-0,95	-
4_Hirschbrunn-Seeaustritt	1,50	1,25	0,20	4,70	52	-0,0001	7,07	0,0395	2,10	1,02	-1,07	ngD
4_Langwies/Miesbach	24,14	19,64	0,47	60,60	55	-0,0010	63,00	0,0080	28,37	20,89	-7,48	0
4_Pießling Ursprung	2,31	1,49	0,23	6,10	53	-0,0003	13,25	0,1060	3,49	1,38	-2,11	-
4_Rettenbachquelle	2,40	1,83	0,47	8,20	52	-0,0002	8,30	0,0207	3,03	1,89	-1,14	-
4_Steyernquelle	3,96	1,85	0,50	9,20	53	-0,0003	16,81	0,0942	5,34	2,86	-2,48	-
4_Teufelskirche	2,59	1,39	0,45	5,50	49	-0,0002	11,17	0,0720	3,54	1,89	-1,65	-
4_Waldbachursprung	1,33	1,10	0,20	4,10	51	-0,0001	4,97	0,0210	1,73	1,03	-0,70	-
5_Friedlbrunnquelle	45,99	4,36	38,30	53,10	65	-0,0015	100,47	0,4504	51,31	40,68	-10,62	-
5_Gollinger Wasserfall	2,50	1,23	0,35	6,47	68	-0,0001	7,35	0,0476	2,94	1,99	-0,95	-
5_Marbachquelle	10,07	3,12	4,50	18,20	57	-0,0004	23,62	0,0405	11,49	8,87	-2,62	-
5_Pucherhäuslquelle	16,21	4,82	6,10	25,30	52	-0,0008	48,32	0,0819	19,75	13,58	-6,17	-
6_Brunnaderquelle	63,37	5,04	53,30	75,80	54	-0,0003	75,12	0,0095	64,62	62,35	-2,27	0
6_Edelrautenquelle	4,58	1,75	1,00	9,50	51	0,0001	1,34	0,0069	4,22	4,85	0,62	0
6_Hammerbachquelle	17,05	2,57	9,90	23,10	55	-0,0001	19,32	0,0015	17,30	16,86	-0,44	0
6_Höhenhanslquelle	13,86	1,91	10,40	19,00	54	0,0002	7,14	0,0229	13,13	14,43	1,30	+
6_Ödensee-Kaltwassertrichter	5,13	3,25	0,80	13,60	47	0,0000	3,87	0,0003	4,99	5,23	0,24	0
6_Preunegger Siebenquellen	18,63	3,96	12,30	29,80	46	-0,0002	25,62	0,0045	19,45	18,12	-1,33	0
6_Reihbachquelle	4,01	1,79	1,00	8,20	54	0,0001	1,05	0,0051	3,69	4,26	0,57	0
6_Roflöchquelle	13,47	5,18	4,00	23,50	56	-0,0002	22,13	0,0052	14,41	12,74	-1,67	0
6_Sagtümpel	4,42	2,36	1,00	11,50	54	0,0001	-0,40	0,0078	3,90	4,82	0,93	0
6_Schwabeltalquelle	4,98	2,90	1,10	13,40	53	0,0001	-0,59	0,0068	4,37	5,44	1,07	0
6_Wassermannsloch	4,07	2,36	0,50	11,80	55	0,0003	-6,36	0,0369	2,95	4,96	2,01	+
_Zeutschacher Ursprungquelle	8,35	2,75	1,60	16,30	56	0,0003	-2,94	0,0313	7,13	9,31	2,18	+
7_Alfutzquelle	43,75	2,37	38,80	47,60	56	0,0008	13,52	0,3023	40,48	46,31	5,83	+
7_Auebachquelle	28,42	12,35	3,07	50,50	54	0,0000	30,11	0,0001	28,57	28,24	-0,33	0
7_Blaue Quelle	123,89	3,86	116,00	131,14	72	-0,0004	137,55	0,0368	125,12	122,43	-2,69	-
7_Doserfall	28,39	29,85	2,00	111,00	56	0,0027	-75,71	0,0226	17,20	37,28	20,08	+
7_Katzensteigquelle	9,12	0,41	8,17	10,10	63	-0,0001	14,46	0,3958	9,65	8,61	-1,04	-
7_Klaushofquelle (obere)	5,19	0,42	4,44	6,37	54	-0,0001	8,41	0,2077	5,49	4,86	-0,63	-
7_Kohlgrubenquelle	14,85	1,09	12,50	17,00	50	0,0000	13,87	0,0026	14,76	14,95	0,19	0
7_Lacknerbrunnquelle	5,60	0,15	5,31	5,83	14	0,0000	3,90	0,0397	5,34	5,65	0,31	ngD
7_Lastal-Stollenquelle	1,22	0,46	0,50	1,99	49	-0,0002	7,77	0,6372	1,83	0,55	-1,28	-
7_Lehnbachquellen	3,49	0,65	1,76	4,84	55	0,0000	5,02	0,0102	3,65	3,36	-0,30	-
7_Mühlbachlquelle	101,62	32,56	59,10	172,00	56	0,0024	9,73	0,0147	91,71	109,43	17,72	+
7_Ochsenbrunnquelle	11,11	1,11	8,51	13,50	64	0,0004	-2,30	0,3461	9,79	12,40	2,61	+
7_Pulverermühlquelle	1,48	0,34	0,50	2,34	56	-0,0001	6,85	0,4753	2,06	1,02	-1,04	-
7_Schreiende Brunnen	31,04	20,69	1,53	69,90	56	-0,0010	70,53	0,0067	35,30	27,68	-7,62	0
7_Schwarzbach-Moosquelle	1,80	0,34	1,23	2,53	56	-0,0001	4,55	0,1240	2,10	1,56	-0,53	-
7_Schwarzbodenquelle	25,76	8,60	15,70	49,80	56	-0,0034	153,55	0,7917	37,25	12,12	-25,13	-
7_Schwarzlackenquelle	39,07	19,14	5,75	75,90	56	-0,0007	64,84	0,0034	41,84	36,87	-4,97	0
7_Stubbachquelle	13,05	0,65	11,90	14,20	14	0,0001	10,70	0,0042	12,68	13,11	0,43	ngD
7_TW-Stollen-Bettelwurf (mitte)	8,33	1,01	6,52	10,50	45	-0,0004	21,84	0,2458	9,94	7,36	-2,57	-
7_Untere Schmittequelle (II)	29,59	1,97	25,80	33,40	34	0,0001	24,55	0,0105	28,98	29,93	0,96	+
8_Aubachquelle	4,02	2,16	0,05	10,50	46	-0,0001	9,19	0,0197	4,54	3,54	-1,00	-
8_Fidelisquelle	12,43	7,38	1,60	30,80	49	-0,0006	33,80	0,0285	14,54	10,38	-4,16	-
8_Gerstenbödenquelle	5,26	1,82	0,05	9,62	47	0,0000	5,19	0,0000	5,25	5,27	0,01	0
8_Goldbachquelle	12,50	2,49	5,30	20,20	40	0,0000	14,21	0,0016	12,68	12,35	-0,33	0
8_Marulbachquelle	129,15	113,33	2,20	427,40	42	0,0000	127,96	0,0000	129,02	129,25	0,23	0
Mittelwert	22,79	6,82	12,44	39,13	53	-0,0003	32,66	0,1063	23,82	21,91	-1,91	

Tabelle 38: Lineare Trendanalyse des pH-Wertes der ausgewählten Quellen auf Grund von GZÜV-Messungen (1992 ÷ 2012), (Startdatum Regressionsgerade: 15.07.1992, Enddatum Regressionsgerade: 15.07.2012)

Name	Mittelwert	STABW	Min	Max	Messungen	Steigung	Achsenabschnitt	R ²	Startwert Reg. gerade	Endwert Reg. gerade	Differenz	Trend
1_Windener Quelle	7,27	0,11	7,00	7,50	39	0,0000	6,32	0,0854	7,15	7,33	0,18	+
2_Draurainquelle	7,47	0,20	6,83	7,90	80	0,0000	6,38	0,1057	7,36	7,58	0,21	+
2_Fellbachquelle	7,83	0,15	7,39	8,10	67	0,0000	7,69	0,0023	7,81	7,84	0,03	0
2_Kressquelle	8,13	0,15	7,70	8,50	52	0,0000	7,47	0,0370	8,06	8,19	0,13	+
2_Tiebelquelle	7,68	0,14	7,40	8,00	60	0,0000	7,58	0,0012	7,67	7,69	0,02	0
2_Union Quelle	7,64	0,12	7,36	7,90	68	0,0000	7,34	0,0209	7,62	7,68	0,06	+
3_Große Mühlquelle	7,84	0,16	7,40	8,20	62	0,0000	7,24	0,0319	7,78	7,90	0,12	+
3_Reithbachquelle	7,82	0,15	7,40	8,20	64	0,0000	7,29	0,0307	7,77	7,87	0,10	+
3_Steinbachquelle	7,90	0,18	7,30	8,30	64	0,0000	7,43	0,0168	7,85	7,94	0,09	+
3_Ursulaquelle	7,81	0,15	7,30	8,20	63	0,0000	7,45	0,0142	7,78	7,85	0,07	+
4_Hirschbrunn-Seeaustritt	8,08	0,14	7,70	8,30	50	0,0000	8,55	0,0224	8,13	8,04	-0,09	-
4_Langwies/Miesbach	8,08	0,13	7,80	8,30	55	0,0000	8,36	0,0093	8,11	8,06	-0,05	0
4_Pießling Ursprung	8,13	0,15	7,70	8,40	54	0,0000	8,10	0,0001	8,13	8,13	0,01	0
4_Rettenbachquelle	8,02	0,14	7,60	8,20	54	0,0000	8,17	0,0020	8,04	8,01	-0,03	0
4_Steyernquelle	8,02	0,18	7,60	8,40	54	0,0000	7,46	0,0187	7,96	8,06	0,11	+
4_Teufelskirche	8,06	0,16	7,60	8,30	49	0,0000	8,77	0,0374	8,14	8,01	-0,14	-
4_Waldbachursprung	8,09	0,16	7,80	8,40	53	0,0000	8,30	0,0032	8,11	8,07	-0,04	0
5_Friedlbrunnquelle	7,51	0,18	7,20	8,20	67	0,0000	7,33	0,0029	7,50	7,53	0,04	0
5_Gollinger Wasserfall	8,19	0,24	7,56	8,90	71	0,0000	7,89	0,0046	8,16	8,22	0,06	0
5_Marbachquelle	8,13	0,17	7,70	8,60	59	0,0000	7,77	0,0096	8,09	8,16	0,07	0
5_Pucherhäusquelle	7,96	0,21	7,40	8,60	52	0,0000	6,56	0,0826	7,80	8,07	0,27	+
6_Brunnaderquelle	7,24	0,14	7,00	7,60	54	0,0000	7,22	0,0000	7,24	7,24	0,00	0
6_Edelrautenquelle	7,48	0,52	6,03	8,40	52	0,0001	4,50	0,0651	7,16	7,73	0,58	+
6_Hammerbachquelle	7,66	0,15	7,30	8,00	55	0,0000	7,26	0,0128	7,62	7,69	0,08	+
6_Höhenhansquelle	7,27	0,31	6,60	8,10	55	0,0000	6,38	0,0155	7,18	7,35	0,17	+
6_Ödensee-Kaltwassertrichter	7,91	0,21	7,40	8,40	48	0,0000	7,60	0,0039	7,88	7,94	0,06	0
6_Preunegger Siebenquellen	7,85	0,14	7,30	8,10	45	0,0000	8,65	0,0432	7,95	7,80	-0,15	-
6_Reihbachquelle	7,72	0,19	7,20	8,10	53	0,0000	8,25	0,0143	7,78	7,68	-0,10	-
6_Roßlochquelle	7,78	0,12	7,49	8,01	56	0,0000	8,23	0,0268	7,82	7,74	-0,09	-
6_Sagtümpel	8,04	0,17	7,70	8,50	55	0,0000	7,38	0,0280	7,97	8,09	0,13	+
6_Schwabeltalquelle	7,95	0,14	7,60	8,30	52	0,0000	8,02	0,0005	7,96	7,94	-0,01	0
6_Wassermannsloch	8,05	0,19	7,50	8,60	56	0,0000	9,01	0,0467	8,16	7,97	-0,19	-
_Zeutschacher Ursprungquelle	7,64	0,12	7,30	7,90	55	0,0000	7,41	0,0072	7,61	7,66	0,04	0
_Alfutzquelle	7,87	0,13	7,47	8,11	55	0,0000	7,71	0,0028	7,85	7,88	0,03	0
7_Auebachquelle	7,95	0,18	7,28	8,26	52	0,0000	7,05	0,0890	7,87	8,04	0,18	+
7_Blaue Quelle	7,61	0,08	7,38	7,78	70	0,0000	7,83	0,0198	7,63	7,59	-0,04	-
7_Doserfall	8,07	0,19	7,60	8,52	55	0,0000	7,12	0,0472	7,97	8,15	0,18	+
7_Katzensteigquelle	7,54	0,21	6,97	7,93	62	0,0000	7,60	0,0002	7,54	7,53	-0,01	0
7_Klaushofquelle (obere)	7,92	0,19	7,47	8,30	54	0,0000	7,04	0,0784	7,84	8,01	0,17	+
7_Kohlgrubenquelle	7,66	0,18	7,29	8,16	49	0,0000	7,06	0,0335	7,60	7,72	0,12	+
7_Lacknerbrunnquelle	7,24	0,49	6,53	8,62	14	0,0002	-1,38	0,0937	5,89	7,46	1,57	ngD
7_Lastal-Stollenquelle	7,97	0,15	7,55	8,38	48	0,0000	7,34	0,0545	7,91	8,03	0,12	+
7_Lehnbachquellen	7,98	0,18	7,53	8,31	54	0,0000	8,16	0,0021	8,00	7,96	-0,04	0
7_Mühlbachquelle	8,02	0,11	7,71	8,28	55	0,0000	8,11	0,0012	8,03	8,01	-0,02	0
7_Ochsenbrunnquelle	6,80	0,31	6,26	7,67	61	0,0000	5,78	0,0258	6,70	6,90	0,20	+
7_Pulverermühlquelle	7,98	0,17	7,51	8,42	56	0,0000	7,86	0,0008	7,96	7,99	0,02	0
7_Schreiende Brunnen	8,00	0,14	7,66	8,27	55	0,0000	8,71	0,0451	8,08	7,94	-0,14	-
7_Schwarzbach-Moosquelle	8,06	0,15	7,72	8,41	56	0,0000	8,66	0,0295	8,13	8,01	-0,12	-
7_Schwarzbodenquelle	7,81	0,12	7,53	8,04	55	0,0000	7,80	0,0000	7,81	7,81	0,00	0
7_Schwarzlackenquelle	8,03	0,12	7,72	8,27	55	0,0000	8,30	0,0082	8,06	8,01	-0,05	0
7_Stubbachquelle	8,06	0,10	7,90	8,20	14	0,0000	6,74	0,0572	7,85	8,09	0,24	ngD
7_TW-Stollen-Bettelwurf (mitte)	8,23	0,24	7,50	8,51	45	0,0000	7,08	0,0307	8,10	8,32	0,22	+
7_Untere Schmittequelle (II)	7,95	0,12	7,72	8,25	34	0,0000	6,79	0,1531	7,81	8,03	0,22	+
8_Aubachquelle	7,98	0,22	7,28	8,50	49	0,0000	7,72	0,0046	7,95	8,00	0,05	0
8_Fidelisquelle	8,11	0,32	7,15	8,78	52	0,0000	6,71	0,0647	7,98	8,25	0,27	+
8_Gerstenbödenquelle	8,12	0,27	7,60	8,90	50	0,0000	7,45	0,0203	8,06	8,19	0,13	+
8_Goldbachquelle	8,14	0,22	7,45	8,55	41	0,0000	8,25	0,0008	8,15	8,13	-0,02	0
8_Marubachquelle	8,10	0,22	7,39	8,60	42	0,0000	7,65	0,0143	8,05	8,14	0,09	+
Mittelwert	7,85	0,18	7,39	8,27	53	0,0000	7,39	0,0290	7,80	7,88	0,09	

Tabelle 39: Lineare Trendanalyse des Ca/Mg-Verhältnisses der ausgewählten Quellen auf Grund von GZÜV-Messungen (1992 ÷ 2012), (Startdatum Regressionsgerade: 15.07.1992, Enddatum Regressionsgerade: 15.07.2012)

Name	Mittelwert	STABW	Min	Max	Messungen	Steigung	Achsenabschnitt	R ²	Startwert Reg. gerade	Endwert Reg. gerade	Differenz	Trend
1_Windener Quelle	2,55	0,14	2,20	2,89	40	0,0000	2,90	0,0064	2,59	2,53	-0,07	0
2_Draurainquelle	4,71	0,12	4,48	5,04	80	0,0000	5,61	0,2015	4,80	4,62	-0,18	-
2_Fellbachquelle	2,94	0,10	2,71	3,13	65	0,0000	2,57	0,0426	2,91	2,98	0,07	+
2_Kressquelle	4,77	0,66	3,60	6,19	51	0,0001	1,12	0,0627	4,39	5,10	0,71	+
2_Tiebelquelle	5,89	0,22	5,29	6,35	60	-0,0001	7,78	0,1865	6,07	5,70	-0,37	-
2_Union Quelle	5,56	0,77	4,19	7,35	66	0,0001	2,12	0,0562	5,27	5,95	0,68	+
3_Große Mühlquelle	7,42	0,53	6,21	8,38	61	0,0000	6,98	0,0016	7,38	7,46	0,09	0
3_Reithbachquelle	2,20	0,13	1,86	2,56	64	0,0000	1,82	0,0198	2,16	2,23	0,07	+
3_Steinbachquelle	4,72	0,64	3,50	6,20	64	0,0001	-0,15	0,1409	4,23	5,17	0,95	+
3_Ursulaquelle	2,84	0,14	2,50	3,18	65	0,0000	2,23	0,0491	2,78	2,89	0,12	+
4_Hirschbrunn-Seeaustritt	30,76	13,56	11,47	69,00	50	0,0012	-13,33	0,0201	25,99	34,49	8,50	+
4_Langwies/Miesbach	7,45	1,53	5,65	11,67	55	0,0003	-3,94	0,1133	6,21	8,40	2,19	+
4_Pießling Ursprung	4,96	1,06	3,29	7,67	54	0,0000	3,70	0,0027	4,82	5,07	0,24	0
4_Rettenbachquelle	6,69	0,65	5,60	8,06	53	0,0001	3,18	0,0565	6,32	6,99	0,68	+
4_Steyernquelle	3,28	0,74	2,35	5,38	53	0,0000	1,97	0,0059	3,14	3,39	0,25	0
4_Teufelskirche	6,09	1,60	3,56	9,93	49	0,0001	1,78	0,0132	5,61	6,43	0,83	+
4_Waldbachursprung	24,83	9,58	12,77	61,00	50	0,0007	-0,95	0,0130	22,06	27,03	4,97	+
5_Friedlbrunnquelle	2,41	0,09	2,14	2,66	66	0,0000	1,57	0,2575	2,33	2,50	0,17	+
5_Gollinger Wasserfall	11,80	4,33	5,56	24,15	70	0,0002	4,62	0,0083	11,15	12,56	1,41	0
5_Marbachquelle	2,22	0,10	2,00	2,54	56	0,0000	1,60	0,0787	2,16	2,28	0,12	+
5_Pucherhäusquelle	1,61	0,09	1,39	1,86	51	0,0000	1,18	0,0468	1,56	1,65	0,08	+
6_Brunnaderquelle	3,62	0,19	3,07	4,04	54	0,0000	3,88	0,0033	3,65	3,60	-0,05	0
6_Edelrautenquelle	7,50	2,08	4,00	12,40	49	0,0000	8,85	0,0009	7,65	7,39	-0,26	0
6_Hammerbachquelle	9,88	0,85	7,80	12,54	54	0,0000	8,63	0,0041	9,74	9,98	0,24	0
6_Höhenhansquelle	4,19	0,54	3,50	6,00	51	-0,0001	7,02	0,0500	4,50	3,95	-0,54	-
6_Ödensee-Kaltwassertrichter	18,73	3,60	9,47	26,60	45	0,0004	4,82	0,0263	17,13	19,79	2,66	+
6_Preunegger Siebenquellen	2,23	0,15	1,85	2,64	45	0,0000	2,75	0,0176	2,29	2,19	-0,10	-
6_Reihbachquelle	8,57	1,39	6,64	16,40	50	-0,0002	16,57	0,0574	9,44	7,90	-1,54	-
6_Roßlochquelle	7,35	2,33	4,66	15,67	54	-0,0002	14,13	0,0156	8,08	6,77	-1,31	-
6_Sagtümpel	3,71	0,37	3,03	4,63	54	0,0000	4,58	0,0101	3,81	3,64	-0,17	-
6_Schwabeltalquelle	3,48	0,27	2,85	4,10	52	0,0000	4,64	0,0348	3,61	3,39	-0,22	-
6_Wassermannsloch	4,99	0,94	3,46	7,22	55	-0,0001	7,98	0,0178	5,30	4,73	-0,58	-
_Zeutschacher Ursprungquelle	17,30	1,72	11,26	22,56	53	-0,0003	29,47	0,0896	18,64	16,30	-2,34	-
7_Alfutzquelle	2,49	0,05	2,34	2,60	54	0,0000	2,64	0,0178	2,50	2,48	-0,03	-
7_Auebachquelle	6,35	2,12	3,77	13,80	53	0,0000	4,88	0,0017	6,22	6,51	0,29	0
7_Blaue Quelle	4,80	0,17	4,25	5,20	67	0,0000	3,46	0,1640	4,68	4,94	0,26	+
7_Doserfall	2,57	0,23	1,96	3,01	56	0,0000	2,08	0,0081	2,51	2,61	0,09	0
7_Katzensteigquelle	5,74	0,20	5,24	6,16	63	0,0001	3,25	0,3516	5,49	5,97	0,48	+
7_Klaushofquelle (obere)	2,32	0,10	2,06	2,61	54	0,0000	2,08	0,0198	2,30	2,34	0,05	+
7_Kohlgrubenquelle	11,37	0,62	9,85	12,46	50	0,0002	5,72	0,2676	10,83	11,93	1,10	+
7_Lacknerbrunnquelle	24,86	1,53	23,40	28,20	14	0,0010	-15,36	0,2093	18,56	25,89	7,33	ngD
7_Lastal-Stollenquelle	2,35	0,11	2,17	2,65	49	0,0000	1,91	0,0506	2,31	2,39	0,09	+
7_Lehnbachquellen	1,76	0,04	1,66	1,86	54	0,0000	1,94	0,0315	1,78	1,74	-0,03	-
7_Mühlbachquelle	3,53	0,13	3,00	3,89	56	0,0000	3,93	0,0184	3,57	3,49	-0,08	-
7_Ochsenbrunnquelle	6,48	0,42	5,38	8,50	59	0,0000	5,60	0,0107	6,39	6,57	0,17	+
7_Pulverermühlquelle	6,71	0,73	5,73	8,53	55	0,0000	7,31	0,0012	6,78	6,66	-0,11	0
7_Schreiende Brunnen	1,62	0,13	1,42	1,86	56	0,0000	1,46	0,0027	1,60	1,63	0,03	0
7_Schwarzbach-Moosquelle	5,43	0,29	4,56	5,99	55	0,0000	4,78	0,0086	5,36	5,48	0,12	0
7_Schwarzbodenquelle	1,79	0,04	1,63	1,86	53	0,0000	1,67	0,0271	1,78	1,80	0,02	+
7_Schwarzlackenquelle	5,67	0,21	5,28	6,39	55	0,0000	5,70	0,0000	5,68	5,67	0,00	0
7_Stubbachquelle	5,85	0,12	5,60	6,01	14	-0,0001	9,93	0,3994	6,49	5,75	-0,74	ngD
7_TW-Stollen-Bettelwurf (mitte)	2,92	0,13	2,61	3,18	45	0,0000	1,41	0,1786	2,74	3,03	0,29	+
7_Untere Schmittequelle (II)	4,02	0,15	3,60	4,36	33	0,0000	3,64	0,0106	3,97	4,05	0,07	+
8_Aubachquelle	28,52	11,93	12,32	61,00	45	0,0009	-3,74	0,0242	25,29	31,56	6,27	+
8_Fidelisquelle	18,16	6,51	6,41	37,80	48	0,0007	-6,86	0,0509	15,66	20,53	4,87	+
8_Gerstenbödenquelle	4,59	0,73	3,21	8,28	44	0,0000	4,50	0,0000	4,58	4,59	0,02	0
8_Goldbachquelle	4,05	0,48	2,49	6,00	38	0,0000	4,62	0,0045	4,11	4,00	-0,11	0
8_Marulbachquelle	4,28	1,19	1,79	5,98	42	0,0000	3,38	0,0020	4,19	4,36	0,17	0
Mittelwert	6,99	1,37	4,75	11,00	52	0,0001	3,58	0,0616	6,61	7,26	0,65	

Tabelle 40: Lineare Trendanalyse der **Summe (Kationen+Anionen)** [mg/L] der ausgewählten Quellen auf Grund von GZÜV-Messungen (1992 ÷ 2012), (Startdatum Regressionsgerade: 15.07.1992, Enddatum Regressionsgerade: 15.07.2012)

Name	Mittelwert	STABW	Min	Max	Messungen	Steigung	Achsenabschnitt	R ²	Startwert Reg. gerade	Endwert Reg. gerade	Differenz	Trend
1_Windener Quelle	760,63	27,22	703,63	822,39	39	-0,0098	1136,11	0,1990	805,71	734,30	-71,41	-
2_Draurainquelle	454,68	11,79	426,00	475,59	82	0,0008	424,09	0,0235	451,63	457,58	5,95	+
2_Fellbachquelle	321,97	14,94	274,26	358,20	66	-0,0004	336,50	0,0028	323,26	320,40	-2,86	0
2_Kressquelle	160,58	10,21	132,76	182,06	51	-0,0016	219,09	0,0665	166,69	155,36	-11,33	-
2_Tiebelquelle	164,99	6,83	150,55	180,46	60	0,0020	88,59	0,3265	157,44	172,32	14,88	+
2_Union Quelle	269,70	14,33	233,54	307,98	66	-0,0014	322,11	0,0372	274,11	263,73	-10,37	-
3_Große Mühlquelle	290,66	28,63	208,38	344,41	62	-0,0022	374,46	0,0203	299,04	282,74	-16,30	-
3_Reithbachquelle	251,07	14,68	208,07	280,76	64	-0,0021	329,69	0,0709	259,01	243,73	-15,28	-
3_Steinbachquelle	232,33	18,57	186,14	269,80	65	-0,0029	342,56	0,0862	243,42	221,99	-21,43	-
3_Ursulaquelle	188,97	18,12	143,80	237,40	65	-0,0047	365,90	0,2347	206,76	172,36	-34,40	-
4_Hirschbrunn-Seeaustritt	142,37	20,89	98,59	183,02	52	-0,0033	268,95	0,0728	156,07	131,67	-24,40	-
4_Langwies/Miesbach	253,18	93,04	122,40	421,55	55	-0,0076	543,04	0,0198	284,77	228,95	-55,82	-
4_Piefling Ursprung	159,69	14,23	132,10	179,05	53	-0,0011	203,05	0,0181	164,36	156,00	-8,36	-
4_Rettenbachquelle	165,20	17,90	125,85	196,00	54	-0,0019	236,26	0,0303	172,83	159,12	-13,71	-
4_Stejernquelle	233,96	30,63	159,20	277,58	54	0,0000	234,63	0,0000	234,03	233,90	-0,13	0
4_Teufelskirche	187,17	27,57	129,70	256,50	50	-0,0022	269,11	0,0164	196,23	180,48	-15,75	-
4_Waldbachursprung	121,75	20,61	88,60	178,65	52	-0,0013	171,52	0,0108	127,19	117,62	-9,58	-
5_Friedlbrunnquelle	420,98	16,05	370,23	455,99	68	0,0038	277,24	0,2238	407,10	435,17	28,07	+
5_Gollinger Wasserfall	155,82	19,90	90,27	193,19	71	0,0002	148,14	0,0004	155,13	156,64	1,51	0
5_Marbachquelle	193,84	12,10	162,45	227,13	58	0,0019	120,50	0,0767	186,31	200,53	14,22	+
5_Pucherhäusquelle	209,36	38,68	21,07	233,00	53	0,0041	55,48	0,0291	192,46	222,07	29,61	+
6_Brunnaderquelle	478,54	25,73	396,30	531,60	54	-0,0013	527,47	0,0063	483,72	474,26	-9,46	0
6_Edelrautenquelle	27,28	4,24	15,69	36,00	52	0,0001	21,95	0,0032	26,71	27,73	1,03	0
6_Hammerbachquelle	282,60	17,15	245,60	315,40	55	0,0046	106,72	0,2003	263,65	297,57	33,92	+
6_Höhenhanslquelle	54,91	4,86	42,36	68,96	55	0,0005	34,87	0,0315	52,76	56,63	3,87	+
6_Ödensee-Kaltwassertrichter	162,28	30,47	98,78	230,77	47	-0,0047	341,41	0,0619	182,50	148,15	-34,34	-
6_Preunegger Siebenquellen	144,12	10,94	107,60	166,82	45	-0,0005	163,66	0,0047	146,42	142,69	-3,73	0
6_Reihbachquelle	92,40	5,10	76,90	104,78	51	0,0017	27,14	0,2854	85,35	97,94	12,58	+
6_Roßlochquelle	231,62	26,22	170,40	266,65	56	-0,0012	276,77	0,0055	236,48	227,78	-8,71	0
6_Sagtümpel	201,58	31,05	122,10	240,05	54	0,0003	191,09	0,0002	200,45	202,48	2,02	0
6_Schwabeltalquelle	200,24	10,45	175,20	219,70	51	0,0009	166,36	0,0200	196,49	203,01	6,51	+
6_Wassermannsloch	174,68	18,25	132,30	200,81	56	-0,0007	200,05	0,0036	177,41	172,52	-4,89	0
_Zeutschacher Ursprungquelle	265,68	6,28	249,30	276,17	55	0,0003	253,20	0,0072	264,32	266,73	2,40	0
7_Alfutzquelle	269,42	3,07	263,30	277,33	56	0,0000	268,75	0,0001	269,35	269,48	0,13	0
7_Auebachquelle	220,02	19,74	175,17	252,40	53	0,0000	221,56	0,0000	220,15	219,85	-0,30	0
7_Blaue Quelle	455,07	7,25	434,34	478,08	69	-0,0007	482,67	0,0408	457,57	452,14	-5,43	-
7_Doserfall	208,52	54,35	111,89	330,77	56	0,0043	44,52	0,0169	190,89	222,52	31,63	+
7_Katzensteigquelle	314,80	8,71	299,81	333,60	63	0,0003	304,19	0,0034	313,74	315,80	2,06	0
7_Klaushofquelle (obere)	172,70	7,81	130,62	190,22	55	0,0009	138,32	0,0696	169,58	176,33	6,76	+
7_Kohlgrubenquelle	133,84	3,14	126,90	141,33	49	-0,0001	135,72	0,0011	134,01	133,65	-0,37	0
7_Lacknerbrunnquelle	60,42	3,39	56,46	70,38	14	0,0026	-43,42	0,2845	44,15	63,08	18,93	ngD
7_Lastal-Stollenquelle	183,77	14,39	145,44	202,72	49	-0,0003	196,32	0,0025	184,97	182,52	-2,45	0
7_Lehnbachquellen	184,22	5,97	170,40	200,28	54	-0,0012	229,14	0,1018	189,13	180,48	-8,65	-
7_Mühlbachquelle	293,43	51,71	165,41	402,65	56	0,0055	85,91	0,0298	271,05	311,06	40,01	+
7_Ochsenbrunnquelle	44,74	2,48	35,50	49,67	63	0,0002	36,05	0,0284	43,89	45,59	1,70	+
7_Pulverermühlquelle	199,42	9,48	157,07	210,82	55	0,0001	196,10	0,0002	199,06	199,70	0,64	0
7_Schreiende Brunnen	207,21	40,24	133,71	277,13	56	-0,0012	251,50	0,0022	211,99	203,45	-8,54	0
7_Schwarzbach-Moosquelle	158,71	7,01	142,20	171,79	56	0,0002	150,76	0,0024	157,86	159,39	1,53	0
7_Schwarzbodenquelle	271,73	19,67	247,74	317,36	55	-0,0083	578,51	0,8551	298,87	238,43	-60,44	-
7_Schwarzlackenquelle	224,04	29,80	187,10	287,21	56	-0,0010	262,94	0,0032	228,24	220,73	-7,50	0
7_Stubbachquelle	209,31	4,02	200,70	215,11	14	0,0006	184,80	0,0119	205,47	209,94	4,47	ngD
7_TW-Stollen-Bettelwurf (mitte)	130,68	3,55	123,43	139,25	45	-0,0013	180,98	0,2751	136,68	127,11	-9,57	-
7_Untere Schmittequelle (II)	230,13	6,39	216,17	243,50	33	-0,0004	244,62	0,0082	231,92	229,17	-2,75	0
8_Aubachquelle	169,08	36,02	97,62	238,85	47	0,0002	160,12	0,0002	168,18	169,92	1,74	0
8_Fidelisquelle	108,80	18,07	78,00	149,11	48	-0,0015	163,95	0,0320	114,31	103,58	-10,73	-
8_Gerstenbödenquelle	161,85	15,12	109,36	183,10	45	0,0024	69,88	0,1209	152,50	170,35	17,86	+
8_Goldbachquelle	157,95	26,54	46,53	224,31	41	-0,0017	221,17	0,0199	164,54	152,30	-12,24	-
8_Marulbachquelle	356,19	171,67	35,70	757,30	42	-0,0072	627,76	0,0087	384,78	332,27	-52,51	0
Mittelwert	220,36	21,33	170,53	263,15	53	-0,0006	244,32	0,0709	222,80	218,16	-4,65	

Tabelle 41: Lineare **statistische Analyse** des **Kaliumgehalts** [mg/L] der ausgewählten Quellen auf Grund von **GZÜV**-Messungen (1992 ÷ 2012), (Startdatum Regressionsgerade: 15.07.1992, Enddatum Regressionsgerade: 15.07.2012)

Name	Mittelwert	STABW	Min	Max	Messungen	Steigung	Achsenabschnitt	R ²	Startwert Reg. gerade	Endwert Reg. gerade	Differenz	Trend
1_Windener Quelle	3,28	0,68	2,20	5,70	39	-0,0002	10,34	0,1186	4,14	2,80	-1,34	ngD
2_Draurainquelle	1,09	0,11	0,80	1,40	82	0,0000	1,02	0,0011	1,08	1,09	0,01	ngD
2_Fellbachquelle	0,53	0,21	0,01	1,00	67	0,0000	1,94	0,1345	0,65	0,37	-0,28	ngD
2_Kressquelle	0,24	0,13	0,01	0,68	50	0,0000	-0,78	0,1344	0,13	0,33	0,20	ngD
2_Tiebelquelle	0,61	0,13	0,25	1,03	60	0,0000	-0,07	0,0707	0,54	0,67	0,13	ngD
2_Union Quelle	0,32	0,15	0,01	0,90	67	0,0000	1,04	0,0686	0,38	0,24	-0,14	ngD
3_Große Mühlquelle	0,59	0,49	0,13	1,95	60	0,0000	1,11	0,0029	0,64	0,54	-0,10	ngD
3_Reithbachquelle	0,51	0,37	0,15	1,56	65	0,0000	0,61	0,0002	0,52	0,50	-0,02	ngD
3_Steinbachquelle	0,54	0,44	0,15	1,85	65	0,0000	1,36	0,0085	0,62	0,46	-0,16	ngD
3_Ursulaquelle	1,57	0,42	1,10	3,46	64	0,0000	3,02	0,0296	1,71	1,43	-0,28	ngD
4_Hirschbrunn-Seeaustritt	0,25	0,20	0,05	0,83	50	0,0000	0,70	0,0101	0,30	0,21	-0,09	ngD
4_Langwies/Miesbach	0,37	0,29	0,06	1,30	53	0,0000	1,05	0,0115	0,44	0,31	-0,13	ngD
4_Pießling Ursprung	0,28	0,26	0,05	1,18	52	0,0000	0,46	0,0010	0,30	0,26	-0,04	ngD
4_Rettenbachquelle	0,32	0,37	0,05	1,60	53	0,0000	1,03	0,0072	0,40	0,26	-0,14	ngD
4_Steyernquelle	0,42	0,42	0,05	1,83	53	0,0000	0,58	0,0003	0,44	0,41	-0,03	ngD
4_Teufelskirche	0,33	0,34	0,05	1,50	49	0,0000	1,27	0,0146	0,43	0,25	-0,18	ngD
4_Waldbachursprung	0,31	0,34	0,05	1,49	51	0,0000	1,06	0,0096	0,39	0,24	-0,15	ngD
5_Friedlbrunnquelle	1,18	0,33	0,64	2,38	67	0,0000	0,47	0,0136	1,11	1,25	0,14	ngD
5_Gollinger Wasserfall	0,34	0,36	0,04	1,50	70	0,0000	-0,40	0,0122	0,27	0,41	0,14	ngD
5_Marbachquelle	0,35	0,35	0,05	1,65	57	0,0000	0,60	0,0012	0,37	0,32	-0,05	ngD
5_Pucherhäusquelle	0,35	0,34	0,05	1,40	52	-0,0001	2,27	0,0598	0,56	0,20	-0,37	ngD
6_Brunnaderquelle	2,16	0,48	0,99	3,68	54	0,0000	2,48	0,0008	2,19	2,13	-0,06	ngD
6_Edelrautenquelle	1,45	0,34	0,88	2,20	51	-0,0001	3,57	0,0777	1,68	1,27	-0,41	ngD
6_Hammerbachquelle	1,62	0,33	1,10	2,48	55	0,0000	2,09	0,0040	1,67	1,58	-0,09	ngD
6_Höhenhanslquelle	2,18	0,43	1,40	3,49	54	0,0000	3,16	0,0099	2,29	2,10	-0,19	ngD
6_Ödensee-Kaltwassertrichter	0,55	0,25	0,25	1,29	47	0,0000	1,07	0,0076	0,60	0,50	-0,10	ngD
6_Preunegger Siebenquellen	0,64	0,39	0,38	1,66	46	-0,0001	5,76	0,2517	1,25	0,27	-0,98	ngD
6_Reihbachquelle	0,84	0,52	0,25	2,34	53	-0,0001	4,70	0,1064	1,26	0,51	-0,74	ngD
6_Roßlochquelle	0,59	0,33	0,25	1,51	55	0,0000	1,04	0,0035	0,64	0,55	-0,09	ngD
6_Sagtümpel	0,60	0,32	0,20	1,46	55	0,0000	-0,01	0,0068	0,53	0,65	0,12	ngD
6_Schwabeltalquelle	0,62	0,38	0,25	1,72	53	0,0000	1,09	0,0027	0,67	0,58	-0,09	ngD
6_Wassermansloch	0,52	0,23	0,20	1,26	55	0,0000	0,06	0,0074	0,47	0,56	0,09	ngD
6_Zeuschacher Ursprungquelle	0,65	0,44	0,25	2,07	55	0,0000	2,49	0,0329	0,85	0,49	-0,36	ngD
7_Alfutzquelle	1,00	0,00	1,00	1,00	56	0,0000	1,00		1,00	1,00	0,00	ngD
7_Auebachquelle	0,79	0,36	0,13	1,00	54	0,0001	-3,57	0,5217	0,40	1,26	0,86	ngD
7_Blaue Quelle	0,90	0,21	0,25	1,00	70	0,0001	-1,67	0,4241	0,67	1,18	0,51	ngD
7_Doserfall	1,00	0,00	1,00	1,00	52	0,0000	1,00		1,00	1,00	0,00	ngD
7_Katzensteigquelle	0,98	0,08	0,61	1,00	60	0,0000	0,30	0,1343	0,91	1,04	0,13	ngD
7_Klaushofquelle (obere)	0,82	0,32	0,20	1,00	56	0,0001	-2,83	0,4805	0,49	1,21	0,72	ngD
7_Kohlgrubenquelle	0,87	0,26	0,20	1,00	50	0,0001	-2,02	0,3905	0,60	1,16	0,56	ngD
7_Lacknerbrunnquelle	1,00	0,00	1,00	1,00	14	0,0000	1,00		1,00	1,00	0,00	ngD
7_Lastal-Stollenquelle	0,58	0,46	0,02	1,00	50	0,0001	-2,19	0,1181	0,32	0,86	0,54	ngD
7_Lehnbachquellen	1,00	0,00	1,00	1,00	53	0,0000	1,00		1,00	1,00	0,00	ngD
7_Mühlbachlquelle	1,00	0,00	1,00	1,00	56	0,0000	1,00		1,00	1,00	0,00	ngD
7_Ochsenbrunnquelle	1,02	0,09	1,00	1,44	61	0,0000	1,72	0,1406	1,09	0,96	-0,14	ngD
7_Pulverermühlquelle	0,79	0,39	0,04	1,00	56	0,0000	0,48	0,0012	0,75	0,81	0,06	ngD
7_Schreiende Brunnen	1,00	0,00	1,00	1,00	56	0,0000	1,00		1,00	1,00	0,00	ngD
7_Schwarzbach-Moosquelle	0,78	0,39	0,04	1,00	56	0,0000	1,44	0,0054	0,85	0,72	-0,13	ngD
7_Schwarzbodenquelle	0,82	0,32	0,10	1,00	55	0,0001	-2,73	0,4372	0,51	1,21	0,70	ngD
7_Schwarzlackenquelle	1,00	0,00	1,00	1,00	55	0,0000	1,00		1,00	1,00	0,00	ngD
7_Stubbachquelle	1,00	0,00	1,00	1,00	14	0,0000	1,00		1,00	1,00	0,00	ngD
7_TW-Stollen-Bettelwurf (mitte)	0,90	0,29	0,05	1,00	46	0,0000	1,99	0,0188	1,03	0,82	-0,21	ngD
7_Untere Schmittequelle (II)	1,00	0,00	1,00	1,00	34	0,0000	1,00		1,00	1,00	0,00	ngD
8_Aubachquelle	0,37	0,27	0,05	1,40	44	0,0000	0,56	0,0017	0,39	0,35	-0,04	ngD
8_Fidelisquelle	0,36	0,23	0,05	1,38	46	0,0000	0,40	0,0001	0,36	0,35	-0,01	ngD
8_Gerstenbödenquelle	0,41	0,34	0,05	1,66	45	0,0000	0,33	0,0002	0,40	0,41	0,02	ngD
8_Goldbachquelle	0,45	0,44	0,05	1,98	39	0,0000	0,88	0,0034	0,50	0,42	-0,08	ngD
8_Marulbachquelle	0,53	0,53	0,05	2,17	41	0,0000	-0,02	0,0038	0,47	0,57	0,10	ngD
Mittelwert	0,80	0,28	0,42	1,56	53	0,00	1,00	0,08	0,83	0,79	-0,04	

Tabelle 42: Lineare **statistische Analyse** des **Natriumgehalts** [mg/L] der ausgewählten Quellen auf Grund von **GZÜV-Messungen** (1992 ÷ 2012), (Startdatum Regressionsgerade: 15.07.1992, Enddatum Regressionsgerade: 15.07.2012)

Name	Mittelwert	STABW	Min	Max	Messungen	Steigung	Achsenabschnitt	R ²	Startwert Reg. gerade	Endwert Reg. gerade	Differenz	Trend
1_Windener Quelle	8,01	0,86	6,10	10,20	40	0,0002	16,23	0,0998	9,01	7,44	-1,56	-
2_Draurainquelle	3,03	0,34	2,40	4,20	80	0,0001	0,62	0,1759	2,79	3,26	0,47	+
2_Fellbachquelle	0,96	0,10	0,80	1,30	66	0,0000	1,35	0,0405	0,99	0,92	-0,08	ngD
2_Kressquelle	0,73	0,18	0,30	1,10	50	0,0000	1,26	0,0175	0,79	0,68	-0,10	ngD
2_Tiebelquelle	3,02	0,37	2,22	4,19	60	0,0002	-2,63	0,6114	2,47	3,57	1,10	ngD
2_Union Quelle	1,15	0,25	0,60	1,84	67	0,0000	-0,30	0,0984	1,02	1,31	0,29	+
3_Große Mühquelle	0,49	0,20	0,25	1,10	61	0,0000	0,41	0,0004	0,48	0,49	0,02	ngD
3_Reithbachquelle	0,47	0,21	0,20	1,30	63	0,0000	-0,07	0,0167	0,41	0,52	0,10	ngD
3_Steinbachquelle	0,54	0,22	0,25	1,30	64	0,0000	1,49	0,0439	0,63	0,45	-0,18	ngD
3_Ursulaquelle	3,46	0,31	2,66	4,10	65	0,0000	1,79	0,0719	3,29	3,61	0,32	ngD
4_Hirschbrunn-Seeaustritt	0,31	0,18	0,05	0,80	51	0,0000	-0,01	0,0062	0,27	0,34	0,06	ngD
4_Langwies/Miesbach	24,77	20,23	0,41	63,30	55	0,0013	73,01	0,0116	30,03	20,74	-9,29	-
4_Piefßing Ursprung	0,33	0,16	0,05	0,60	53	0,0000	0,47	0,0015	0,35	0,32	-0,03	ngD
4_Rettenbachquelle	0,34	0,23	0,10	1,20	53	0,0000	0,31	0,0000	0,34	0,35	0,01	ngD
4_Steyernquelle	0,35	0,16	0,15	0,70	53	0,0000	0,55	0,0031	0,37	0,33	-0,04	ngD
4_Teufelskirche	0,34	0,16	0,10	0,60	50	0,0000	0,70	0,0094	0,38	0,31	-0,07	ngD
4_Waldbachursprung	0,32	0,19	0,05	0,90	51	0,0000	0,44	0,0007	0,34	0,31	-0,02	ngD
5_Friedbrunnquelle	1,80	0,26	1,20	2,48	68	0,0000	2,65	0,0303	1,88	1,72	-0,17	ngD
5_Gollinger Wasserfall	0,64	0,46	0,08	2,00	71	0,0000	1,72	0,0164	0,74	0,52	-0,21	ngD
5_Marbachquelle	0,33	0,17	0,08	0,72	59	0,0000	0,81	0,0160	0,38	0,29	-0,09	ngD
5_Pucherhäuslquelle	0,35	0,18	0,08	0,85	52	0,0000	0,89	0,0170	0,41	0,31	-0,10	ngD
6_Brunnaderquelle	11,43	1,11	9,40	15,20	54	0,0000	11,90	0,0003	11,48	11,39	-0,09	ngD
6_Edelrautenquelle	1,11	0,28	0,50	2,00	51	0,0000	2,19	0,0293	1,23	1,02	-0,21	ngD
6_Hammerbachquelle	5,09	0,88	3,30	7,20	55	0,0000	4,67	0,0004	5,04	5,13	0,08	ngD
6_Höhenhanslquelle	15,60	2,80	11,00	21,00	55	0,0001	18,28	0,0017	15,89	15,37	-0,52	ngD
6_Ödensee-Kaltwassertrichter	0,51	0,12	0,25	1,00	46	0,0000	0,28	0,0062	0,48	0,53	0,04	ngD
6_Preunegger Siebenquellen	0,75	0,31	0,50	1,50	45	0,0001	4,39	0,1980	1,18	0,49	-0,69	ngD
6_Reihbachquelle	1,40	0,22	0,50	2,20	53	0,0000	2,52	0,0512	1,52	1,30	-0,22	ngD
6_Roßlochquelle	0,86	0,43	0,25	1,70	56	0,0001	3,44	0,0660	1,14	0,64	-0,50	ngD
6_Sagtümpel	0,51	0,15	0,25	1,10	53	0,0000	-0,45	0,0749	0,40	0,59	0,18	ngD
6_Schwabeltalquelle	0,51	0,17	0,25	1,15	52	0,0000	-1,01	0,1523	0,34	0,63	0,29	ngD
6_Wassermansloch	0,51	0,15	0,25	1,10	55	0,0000	-0,41	0,0671	0,41	0,59	0,18	ngD
6_Zeutschacher Ursprungquelle	0,61	0,30	0,25	1,90	55	0,0000	1,69	0,0238	0,73	0,52	-0,21	ngD
7_Alfutzquelle	0,50	0,00	0,50	0,50	56	0,0000	0,50		0,50	0,50	0,00	ngD
7_Auebachquelle	0,45	0,10	0,20	0,50	53	0,0000	-0,53	0,3537	0,36	0,56	0,19	ngD
7_Blaue Quelle	1,44	0,15	1,20	1,84	70	0,0001	-0,82	0,6181	1,24	1,68	0,44	+
7_Doserfall	0,83	0,54	0,50	2,36	56	0,0000	0,47	0,0008	0,80	0,87	0,07	ngD
7_Katzensteigquelle	2,43	0,47	1,56	3,71	63	0,0002	-6,70	0,8730	1,52	3,29	1,77	+
7_Klaushofquelle (obere)	0,42	0,15	0,10	0,50	56	0,0000	-1,33	0,4848	0,26	0,60	0,34	ngD
7_Kohlgrubenquelle	1,16	0,05	1,06	1,30	49	0,0000	0,81	0,1654	1,13	1,20	0,07	ngD
7_Lacknerbrunnquelle	0,50	0,00	0,50	0,50	14	0,0000	0,50		0,50	0,50	0,00	ngD
7_Lastal-Stollenquelle	0,41	0,16	0,02	0,50	50	0,0001	-1,53	0,4452	0,23	0,61	0,38	ngD
7_Lehnbachquellen	0,50	0,00	0,50	0,50	53	0,0000	0,50		0,50	0,50	0,00	ngD
7_Mühlbachquelle	0,75	0,37	0,50	1,58	56	0,0000	-0,90	0,0360	0,57	0,89	0,32	ngD
7_Ochsenbrunnquelle	1,85	0,27	1,41	2,65	62	0,0001	-2,90	0,6745	1,39	2,32	0,93	+
7_Pulverermühlquelle	0,50	0,00	0,50	0,50	55	0,0000	0,50		0,50	0,50	0,00	ngD
7_Schreiende Brunnen	0,50	0,00	0,50	0,50	56	0,0000	0,50		0,50	0,50	0,00	ngD
7_Schwarzbach-Moosquelle	0,50	0,00	0,50	0,50	53	0,0000	0,50		0,50	0,50	0,00	ngD
7_Schwarzbodenquelle	0,45	0,09	0,20	0,50	55	0,0000	-0,49	0,3417	0,37	0,55	0,18	ngD
7_Schwarzlackenquelle	0,50	0,00	0,50	0,50	56	0,0000	0,50		0,50	0,50	0,00	ngD
7_Stubbachquelle	0,50	0,00	0,50	0,50	14	0,0000	0,50		0,50	0,50	0,00	ngD
7_TW-Stollen-Bettelwurf (mitte)	0,50	0,00	0,50	0,50	44	0,0000	0,50		0,50	0,50	0,00	ngD
7_Untere Schmittequelle (II)	0,95	0,45	0,50	1,90	34	0,0000	-0,55	0,0178	0,77	1,05	0,28	ngD
8_Aubachquelle	0,90	0,55	0,17	2,30	46	0,0000	1,46	0,0036	0,96	0,85	-0,11	ngD
8_Fidelisquelle	0,79	0,51	0,15	2,40	48	0,0000	2,39	0,0349	0,95	0,63	-0,31	ngD
8_Gerstenbödenquelle	1,12	0,37	0,47	3,10	44	0,0000	1,03	0,0002	1,11	1,13	0,02	ngD
8_Goldbachquelle	1,58	0,34	0,98	2,70	39	0,0000	3,20	0,0797	1,75	1,44	-0,31	ngD
8_Marubachquelle	0,81	0,47	0,18	1,80	42	0,0000	1,14	0,0017	0,85	0,78	-0,06	ngD
Mittelwert	1,92	0,64	1,01	3,38	53	0,00	2,56	0,12	2,00	1,88	-0,12	

Tabelle 43: Lineare **statistische Analyse** des **Chloridgehalts** [mg/L] der ausgewählten Quellen auf Grund von **GZÜV**-Messungen (1992 ÷ 2012), (Startdatum Regressionsgerade: 15.07.1992, Enddatum Regressionsgerade: 15.07.2012)

Name	Mittelwert	STABW	Min	Max	Messungen	Steigung	Achsenabschnitt	R ²	Startwert Reg. gerade	Endwert Reg. gerade	Differenz	Trend
1_Windener Quelle	7,83	0,75	6,50	9,89	40	0,0003	-3,05	0,2305	6,51	8,58	2,07	+
2_Draurainquelle	5,89	0,67	4,50	7,55	82	0,0002	-2,71	0,5704	5,04	6,71	1,67	+
2_Fellbachquelle	0,65	0,22	0,11	1,50	66	0,0000	0,58	0,0004	0,65	0,66	0,01	ngD
2_Kressquelle	0,28	0,18	0,11	1,09	50	0,0000	0,28	0,0000	0,28	0,28	0,00	ngD
2_Tiebelquelle	2,97	0,79	0,96	4,72	61	0,0003	-9,07	0,6152	1,79	4,14	2,35	ngD
2_Union Quelle	1,97	0,45	0,90	3,13	67	0,0001	-1,57	0,1782	1,67	2,37	0,70	ngD
3_Große Mühlquelle	0,70	0,34	0,20	2,10	60	0,0000	1,42	0,0107	0,77	0,63	-0,14	ngD
3_Reithbachquelle	0,59	0,24	0,20	1,50	63	0,0000	0,96	0,0056	0,63	0,56	-0,07	ngD
3_Steinbachquelle	0,70	0,50	0,25	2,84	64	0,0000	1,65	0,0088	0,80	0,61	-0,18	ngD
3_Ursulaquelle	3,55	0,43	2,63	4,60	64	0,0001	-0,74	0,2502	3,12	3,96	0,84	ngD
4_Hirschbrunn-Seeaustritt	0,46	0,35	0,20	2,10	49	0,0000	2,03	0,0397	0,64	0,33	-0,30	ngD
4_Langwies/Miesbach	39,06	32,34	0,54	99,00	55	-0,0020	115,60	0,0114	47,40	32,66	-14,74	-
4_Pießling Ursprung	0,46	0,23	0,20	1,30	52	-0,0001	2,53	0,1542	0,68	0,28	-0,40	ngD
4_Rettenbachquelle	0,44	0,21	0,20	1,30	52	-0,0001	2,83	0,2646	0,70	0,24	-0,46	ngD
4_Steyernquelle	0,47	0,24	0,20	1,30	53	-0,0001	3,07	0,2360	0,75	0,25	-0,50	ngD
4_Teufelskirche	0,46	0,25	0,20	1,30	48	-0,0001	3,00	0,1921	0,75	0,26	-0,49	ngD
4_Waldbachursprung	0,44	0,24	0,20	1,40	51	0,0000	1,91	0,0669	0,60	0,32	-0,28	ngD
5_Friedlbrunnquelle	1,78	0,53	0,50	3,60	67	0,0000	3,26	0,0223	1,92	1,63	-0,29	ngD
5_Gollinger Wasserfall	0,92	0,77	0,20	2,90	71	-0,0001	4,21	0,0537	1,22	0,57	-0,65	ngD
5_Marbachquelle	0,39	0,19	0,20	1,15	57	0,0000	0,59	0,0024	0,41	0,38	-0,04	ngD
5_Pucherhäusquelle	0,43	0,21	0,10	1,20	51	0,0000	0,47	0,0001	0,44	0,43	-0,01	ngD
6_Brunnaderquelle	9,51	0,64	7,90	11,00	54	0,0000	9,91	0,0007	9,55	9,48	-0,08	0
6_Edelrautenquelle	0,51	0,26	0,10	1,30	50	0,0001	-2,43	0,2471	0,19	0,75	0,56	ngD
6_Hammerbachquelle	7,14	1,61	3,16	10,70	55	0,0006	-15,50	0,3764	4,70	9,06	4,36	+
6_Höhenhansquelle	1,67	0,24	0,90	2,40	53	0,0000	0,21	0,0676	1,51	1,79	0,28	ngD
6_Ödensee-Kaltwassertrichter	0,54	0,23	0,20	1,36	45	0,0001	-1,76	0,1929	0,28	0,72	0,44	ngD
6_Preunegger Siebenquellen	0,54	0,16	0,25	1,10	45	0,0000	-0,35	0,0446	0,43	0,60	0,17	ngD
6_Reihbachquelle	4,44	1,74	1,20	7,40	54	0,0009	-28,89	0,6884	0,84	7,27	6,43	+
6_Roßlochquelle	1,35	0,63	0,20	2,40	56	0,0000	0,17	0,0066	1,22	1,45	0,23	ngD
6_Sagtümpel	0,56	0,26	0,10	1,43	53	0,0001	-2,25	0,2213	0,25	0,79	0,54	ngD
6_Schwabeltalquelle	0,57	0,26	0,10	1,40	52	0,0000	-0,60	0,0394	0,44	0,67	0,23	ngD
6_Wassermannsloch	0,59	0,29	0,10	1,50	55	0,0001	-1,66	0,1100	0,35	0,78	0,43	ngD
6_Zeutschacher Ursprungquelle	0,76	0,37	0,40	1,69	54	0,0001	-1,56	0,0735	0,51	0,96	0,45	ngD
7_Alfutzquelle	0,36	0,18	0,05	0,50	56	0,0000	0,21	0,0012	0,34	0,37	0,03	ngD
7_Auebachquelle	0,50	0,00	0,50	0,50	52	0,0000	0,50		0,50	0,50	0,00	ngD
7_Blaue Quelle	2,37	0,37	1,83	3,11	72	0,0001	-1,89	0,3870	1,99	2,83	0,84	ngD
7_Doserfall	0,45	0,12	0,07	0,50	54	0,0000	-0,27	0,0631	0,38	0,52	0,14	ngD
7_Katzensteigquelle	4,58	1,55	2,60	8,44	63	0,0007	-21,65	0,6636	1,95	7,05	5,10	+
7_Klaushofquelle (obere)	0,46	0,11	0,10	0,50	55	0,0000	0,77	0,0270	0,49	0,42	-0,06	ngD
7_Kohlgrubenquelle	0,50	0,00	0,50	0,50	50	0,0000	0,50		0,50	0,50	0,00	ngD
7_Lacknerbrunnquelle	0,50	0,00	0,50	0,50	14	0,0000	0,50		0,50	0,50	0,00	ngD
7_Lastal-Stollenquelle	0,49	0,04	0,31	0,50	47	0,0000	0,44	0,0052	0,48	0,49	0,01	ngD
7_Lehnbachquellen	0,44	0,13	0,07	0,50	55	0,0000	-0,16	0,0363	0,38	0,49	0,12	ngD
7_Mühlbachquelle	1,40	0,50	0,50	2,41	56	0,0001	-0,74	0,0333	1,17	1,58	0,41	ngD
7_Ochsenbrunnquelle	1,80	0,76	0,50	4,55	62	0,0003	-9,17	0,4403	0,74	2,89	2,14	ngD
7_Pulverermühlquelle	0,48	0,07	0,19	0,50	54	0,0000	0,18	0,0376	0,45	0,51	0,06	ngD
7_Schreiende Brunnen	0,49	0,05	0,27	0,50	54	0,0000	0,41	0,0048	0,48	0,49	0,02	ngD
7_Schwarzbach-Moosquelle	0,41	0,16	0,05	0,50	56	0,0000	-0,22	0,0304	0,35	0,47	0,12	ngD
7_Schwarzbodenquelle	0,46	0,10	0,13	0,50	55	0,0000	0,50	0,0004	0,47	0,46	-0,01	ngD
7_Schwarzlackenquelle	0,43	0,14	0,09	0,50	56	0,0000	-0,27	0,0494	0,35	0,49	0,13	ngD
7_Stubbachquelle	0,50	0,00	0,50	0,50	14	0,0000	0,50		0,50	0,50	0,00	ngD
7_TW-Stollen-Bettelwurf (mitte)	0,40	0,17	0,05	0,50	45	0,0000	-0,47	0,0352	0,29	0,46	0,16	ngD
7_Untere Schmittequelle (II)	0,86	0,61	0,38	2,41	34	0,0001	-2,22	0,0418	0,49	1,07	0,59	ngD
8_Aubachquelle	0,80	0,51	0,30	2,40	46	-0,0001	2,70	0,0489	0,99	0,62	-0,37	ngD
8_Fidelisquelle	0,55	0,37	0,10	1,81	47	-0,0001	2,61	0,1071	0,76	0,36	-0,40	ngD
8_Gerstenbödenquelle	0,69	0,53	0,10	3,57	46	0,0000	-0,08	0,0070	0,61	0,76	0,15	ngD
8_Goldbachquelle	0,45	0,36	0,05	1,86	39	0,0000	1,16	0,0138	0,52	0,39	-0,14	ngD
8_Marulbachquelle	0,66	0,44	0,10	1,89	41	0,0000	1,25	0,0059	0,73	0,61	-0,11	ngD
Mittelwert	1,96	0,94	0,65	4,02	53	0,00	1,06	0,13	1,88	2,05	0,18	

Tabelle 44: Lineare statistische Analyse des **DOC-Gehalts** [mg/L] der ausgewählten Quellen auf Grund von **GZÜV-Messungen** (1992 ÷ 2012), (Startdatum Regressionsgerade: 15.07.1992, Enddatum Regressionsgerade: 15.07.2012)

Name	Mittelwert	STABW	Min	Max	Messungen	Steigung	Achsenabschnitt	R ²	Startwert Reg. gerade	Endwert Reg. gerade	Differenz	Trend
1_Windener Quelle	0,48	0,23	0,25	1,20	38	0,0000	0,31	0,0006	0,46	0,49	0,03	ngD
2_Draurainquelle	0,37	0,26	0,12	1,51	81	-0,0001	2,61	0,2670	0,59	0,16	-0,44	ngD
2_Fellbachquelle	0,40	0,27	0,20	1,50	65	-0,0001	2,79	0,2192	0,62	0,15	-0,47	ngD
2_Kressquelle	0,33	0,18	0,14	1,10	51	0,0000	1,39	0,0735	0,44	0,24	-0,20	ngD
2_Tiebelquelle	0,27	0,09	0,07	0,80	59	0,0000	0,90	0,1126	0,33	0,21	-0,12	ngD
2_Union Quelle	0,43	0,26	0,25	1,22	66	0,0000	1,97	0,1031	0,57	0,26	-0,30	ngD
3_Große Mühlquelle	0,94	0,41	0,20	1,90	62	0,0000	1,08	0,0003	0,95	0,92	-0,03	ngD
3_Reithbachquelle	0,66	0,43	0,14	2,00	64	0,0000	0,82	0,0003	0,68	0,65	-0,03	ngD
3_Steinbachquelle	0,95	0,48	0,14	2,30	65	0,0000	1,13	0,0003	0,97	0,94	-0,03	ngD
3_Ursulaquelle	0,66	0,35	0,25	1,80	64	0,0000	1,39	0,0107	0,73	0,59	-0,14	-
4_Hirschbrunn-Seeaustritt	2,56	1,01	0,70	5,20	52	-0,0002	9,54	0,0944	3,31	1,97	-1,35	-
4_Langwies/Miesbach	1,70	0,72	0,08	3,40	55	-0,0002	7,78	0,1441	2,36	1,19	-1,17	ngD
4_Pießling Ursprung	1,32	0,68	0,25	3,20	54	-0,0001	5,70	0,0807	1,79	0,95	-0,85	ngD
4_Rettenbachquelle	1,91	0,66	0,80	3,60	53	-0,0002	7,76	0,1514	2,54	1,42	-1,13	ngD
4_Steyernquelle	2,04	0,80	0,70	4,10	53	0,0000	3,55	0,0069	2,20	1,91	-0,29	0
4_Teufelskirche	2,15	0,64	0,60	4,10	49	-0,0002	8,42	0,1802	2,85	1,64	-1,20	ngD
4_Waldbachursprung	1,30	0,74	0,25	3,20	53	-0,0001	6,79	0,1035	1,90	0,84	-1,06	ngD
5_Friedlbrunnquelle	0,65	0,46	0,14	2,10	67	0,0000	-0,31	0,0121	0,55	0,74	0,19	ngD
5_Gollinger Wasserfall	0,99	0,60	0,05	2,65	71	0,0001	-2,16	0,0809	0,71	1,33	0,62	ngD
5_Marbachquelle	0,50	0,32	0,20	1,20	58	0,0000	-0,71	0,0314	0,38	0,61	0,24	ngD
5_Pucherhäuslquelle	0,49	0,34	0,06	1,29	53	0,0001	-2,51	0,1427	0,16	0,74	0,58	ngD
6_Brunnaderquelle	0,35	0,20	0,20	1,30	54	0,0000	0,93	0,0156	0,41	0,30	-0,11	ngD
6_Edelrautenquelle	0,30	0,13	0,20	0,80	49	0,0000	-0,61	0,1001	0,20	0,38	0,18	ngD
6_Hammerbachquelle	0,76	0,37	0,20	1,70	55	0,0000	-0,58	0,0257	0,62	0,88	0,26	ngD
6_Höhenhanslquelle	1,44	0,29	0,78	2,14	55	-0,0001	4,43	0,1932	1,76	1,19	-0,58	ngD
6_Odensee-Kaltwassertrichter	3,89	1,43	0,60	6,60	46	0,0002	-4,70	0,0632	2,91	4,55	1,64	+
6_Preunegger Siebenquellen	0,32	0,15	0,25	1,00	44	0,0000	-0,09	0,0109	0,27	0,35	0,08	ngD
6_Reihbachquelle	0,31	0,12	0,20	0,70	52	0,0000	-0,45	0,0775	0,23	0,38	0,15	ngD
6_Roßlochquelle	0,96	0,47	0,25	2,30	55	0,0000	1,21	0,0005	0,99	0,94	-0,05	ngD
6_Sagtümpel	2,02	0,75	0,25	3,60	54	-0,0001	4,29	0,0169	2,26	1,83	-0,44	-
6_Schwabeltalquelle	0,88	0,47	0,25	2,00	53	0,0000	1,70	0,0058	0,97	0,81	-0,16	ngD
6_Wassermannsloch	0,91	0,39	0,20	1,80	55	0,0000	-0,09	0,0128	0,80	1,00	0,19	ngD
6_Zeutschacher Ursprungquelle	0,29	0,11	0,20	0,70	54	0,0000	-0,28	0,0564	0,23	0,34	0,11	ngD
7_Alfutzquelle	0,27	0,10	0,16	0,56	52	0,0000	0,71	0,0415	0,32	0,23	-0,09	ngD
7_Auebachquelle	0,39	0,23	0,15	1,06	54	0,0000	0,75	0,0087	0,43	0,36	-0,07	ngD
7_Blaue Quelle	0,38	0,22	0,10	1,01	71	0,0000	0,34	0,0001	0,37	0,38	0,01	ngD
7_Doserfall	0,70	0,40	0,20	1,73	56	0,0000	0,87	0,0003	0,72	0,68	-0,03	ngD
7_Katzensteigquelle	0,27	0,13	0,08	0,86	62	0,0000	0,42	0,0035	0,28	0,25	-0,03	ngD
7_Klaushofquelle (obere)	0,28	0,11	0,14	0,80	54	0,0000	-0,17	0,0535	0,24	0,33	0,09	ngD
7_Kohlgrubenquelle	0,21	0,08	0,05	0,53	49	0,0000	0,50	0,0434	0,24	0,18	-0,06	ngD
7_Lacknerbrunnquelle	0,24	0,03	0,16	0,25	13	0,0000	-0,34	0,1463	0,15	0,26	0,11	ngD
7_Lastal-Stollenquelle	1,01	0,33	0,25	1,73	50	0,0000	1,05	0,0000	1,01	1,01	-0,01	ngD
7_Lehnbachquellen	1,16	0,50	0,20	2,62	54	0,0000	2,88	0,0213	1,34	1,01	-0,33	ngD
7_Mühlbachlquelle	0,21	0,07	0,03	0,52	54	0,0000	-0,21	0,0594	0,16	0,24	0,08	ngD
7_Ochsenbrunnquelle	0,27	0,13	0,08	0,80	62	0,0000	0,21	0,0004	0,26	0,27	0,01	ngD
7_Pulverermühlquelle	1,43	0,65	0,25	3,55	55	0,0000	2,46	0,0048	1,54	1,34	-0,20	0
7_Schreiende Brunnen	0,22	0,05	0,08	0,25	53	0,0000	0,20	0,0003	0,22	0,22	0,00	ngD
7_Schwarzbach-Moosquelle	0,23	0,04	0,08	0,25	54	0,0000	0,26	0,0012	0,23	0,23	-0,01	ngD
7_Schwarzbodenquelle	0,36	0,21	0,09	1,00	56	0,0000	0,09	0,0054	0,33	0,39	0,05	ngD
7_Schwarzlackenquelle	0,23	0,06	0,08	0,51	53	0,0000	0,00	0,0282	0,21	0,25	0,05	ngD
7_Stubbachquelle	0,23	0,04	0,14	0,25	13	0,0000	-0,93	0,2990	0,05	0,26	0,21	ngD
7_TW-Stollen-Bettelwurf (mitte)	0,20	0,05	0,12	0,25	46	0,0000	0,17	0,0005	0,20	0,20	0,01	ngD
7_Untere Schmittequelle (II)	0,34	0,21	0,10	0,80	34	0,0000	1,10	0,0216	0,44	0,29	-0,14	ngD
8_Aubachquelle	1,06	0,60	0,18	3,16	46	0,0000	0,90	0,0003	1,05	1,08	0,03	0
8_Fidelisquelle	0,44	0,32	0,01	1,20	49	0,0000	0,84	0,0051	0,48	0,41	-0,08	ngD
8_Gerstenbödenquelle	0,33	0,19	0,08	0,90	47	0,0000	1,24	0,0783	0,42	0,25	-0,18	ngD
8_Goldbachquelle	0,32	0,17	0,11	0,90	39	0,0000	0,24	0,0010	0,31	0,33	0,02	ngD
8_Marulbachquelle	0,77	0,51	0,20	2,21	42	0,0000	0,26	0,0035	0,72	0,82	0,10	ngD
Mittelwert	0,78	0,35	0,21	1,75	53	0,00	1,34	0,06	0,84	0,73	-0,11	

Lebenslauf

Persönliche Daten

Name: Mühlmann Erika Maria, geb. Papp
 eMail: Erika_Muehlmann@yahoo.de
Geburtsdatum: 21.08.1969; Satu-Mare, Rumänien
Nationalität: Ungarisch
Staatsangehörigkeit: Rumänisch, bis 20.05.2003
 Deutsch, seit 02.06.2003

Ausbildung

1994 – 2003 Fachhochschule Gießen – Friedberg, Bereich: Gießen, *Deutschland*
 Fachbereich: Krankenhaus- und Medizintechnik, Umwelt- und Biotechnologie
Fachrichtung: **Umwelt- und Hygienetechnik**
Abschluss: **Diplomingenieurin (FH)**
Diplomarbeit: „Erarbeitung eines EDV gestützten betrieblichen Abfallhandbuchs unter Berücksichtigung der Gewerbeabfallverordnung und der Altholzverordnung“
Zusatzqualifikation:

- **Abfallbeauftragte**
- **Gewässerschutzbeauftragte**
- **Immissionsschutzbeauftragte**

2011 - **Safety Contractor Certificate (SCC)**

seit 03.2008 Universität Wien, *Österreich*
 Fachbereich: Fakultät für Geowissenschaften, Geographie und Astronomie
Fachrichtung: Erdwissenschaften (Masterstudium)
Schwerpunkt: **Angewandte- & Umweltgeologie**

Beruflicher Werdegang

01.2008 - 06.2011 Technische Sachbearbeiterin, **GEO RISK Environmental Services GmbH, Wien**,
 „Systematische Erfassung von Altablagerungen in der Mitterndorfer Senke“,
 Altstandort Erfassung in Niederösterreich gem. §13 Abs. 1 ALSAG
 05.20015 - 08.2015 **Praktikantin** bei der Geologische Bundesanstalt, **Wien, A**
Tätigkeitsbereich: **Hydrogeophysik**

Projektmitarbeit

08.2011 - 07.2014 **BIOREM - Bioremediation of contaminated sites**
 Academic partnership between the Universities of Vienna (Austria), Huaraz (Peru) and Managua (Nicaragua) within the APPEAR-Program
<http://biorem.univie.ac.at/>
 2012 **Neubewertung des 1906 Dobra Voda Erdbebens an der Wiener Becken-Störung nach der Environmental Seismic Intensity Scale (ESI) 2007**
 mit Decker, Kurt & Hintersberger, Esther
 Universität Wien Department für Geodynamik und Sedimentologie
http://www.uni-salzburg.at/fileadmin/oracle_file_imports/1955177.PDF