



universität
wien

DIPLOMARBEIT

Synoptische Interpretationen von
Grundwasserspiegelschwankungen im Seewinkel

angestrebter akademischer Grad
Magister der Naturwissenschaften (Mag. rer. nat)

Verfasser: Mag. Norbert Kohlmayer
Matrikel-Nummer: 8007284
Studienrichtung: Geologie (Studienzweig A-431)
Betreuer: Univ. Prof. Dr. Hermann Häusler

Wien, Jänner 2009

Vorwort

Die vorliegende Arbeit ist auf Anregung von Herrn Univ. Prof. Dr. Hermann Häusler entstanden. An dieser Stelle danke ich Herrn Professor Häusler für die besonders wertvollen Beratungen, Diskussionen und Unterstützung, die für das Zustandekommen dieser Arbeit unerlässlich waren.

Mein Dank gilt auch Frau Dipl. Ing. Fuchs vom Lebensministerium für das zur Verfügung stellen der hydrologischen Daten und die freundliche Beratung. Desgleichen danke ich Herrn Dr. Rudel von der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik für das Überlassen der Niederschlags- und Luftdruckdaten aus dem Seewinkel.

VORWORT	2
KURZFASSUNG	5
1. EINLEITUNG	6
1.1. Zur Geographie des Seewinkels	7
1.2. Zur Geologie des Seewinkels	8
1.3. Zur Hydrogeologie des Seewinkels	9
2. DATENEIGENSCHAFT UND DATENGEWINNUNG	12
2.1. Hydrologische Daten	13
2.1.1. Überblick über Grundwassermessstellendaten und Grundwasserdaten	15
2.1.2. Zusammenhang zwischen den Messstellendaten	17
2.2. Meteorologische Daten	19
2.2.1. Überblick über die meteorologischen Daten	21
2.2.2. Zusammenhang zwischen den meteorologischen Daten	23
3. DATENAUFBEREITUNG	25
4. AUSWERTUNG	25
4.1. Gruppierung der Grundwassergebiete mittels Faktorenanalyse	26
4.1.1. Anwendung der Faktorenanalyse auf 90 Messstellen des gesamten Seewinkels	29
4.1.2. Anzahl der extrahierten Faktoren	30
4.1.3. Regionale Verteilung der faktorenanalytisch gruppierten Messstellen	31
4.1.4. Merkmale und mögliche Ursachen dieser Grundwassergruppierung	32
4.1.5. Weitere Charakteristika der Faktoren 1 und 2	54
4.2. Grundwasserganglinien an ausgewählten Beispielen	56
4.3. Analyse der Variation des Grundwasserspiegels unter Einbeziehung von grundwasserfremden Daten	60
4.3.1. Ergebnis der 2. Faktorenanalyse	60
4.3.2. Anzahl der extrahierten Faktoren	61
4.3.3. Niederschlag und Grundwasser	63
4.3.4. Luftdruck und Grundwasser	65
5. ZUSAMMENFASSUNG UND INTERPRETATION	70
5.1. Regionale Variation der Grundwasserspiegelstände	70
5.2. Zusammenhang zwischen Faktorengruppen und Messstellenvariablen wie Geländehöhe, Flurabstand, Sohllage, Wassersäule und Bohrlochtiefe	70
5.3. Variation der Grundwasserspiegel über die Zeit	71
5.4. Niederschlag und Grundwasserspiegelvariation	71

5.5. Luftdruck und Grundwasserspiegelvariation.....	72
5.6. Fließgewässervariation und Grundwasserspiegelvariation.....	72
5.7. Neusiedlerseevariation und Grundwasserspiegelvariation.....	72
6. KRITIK UND AUSBLICK.....	73
7. LITERATUR.....	74
ANHANG.....	76

Kurzfassung

Anhand von Tagesdaten des Lebensministeriums aus dem Zeitraum 1995 bis 2004, wurden Grundwasservariationen des Seewinkels analysiert. In einem weiteren Schritt wurden auch Wetterdaten der Zentralanstalt für Meteorologie in die Auswertung mit einbezogen. Dabei wurden die Grundwassermessstellen nach ihrer Kovariation gruppiert und diese Gruppen den Wetterdaten und den benachbarten Fließgewässern gegenübergestellt. Eine faktorenanalytische Auswertung teilte den Grundwasserkomplex im Seewinkel in zwei Bereiche, in einen oberflächennahen Anteil im Süden und Westen und einen tieferen Anteil im zentralen und östlichen Seewinkel. Während die oberflächennahen Grundwässer im zeitlichen Verlauf rasche Schwankungen zeigen, variieren die tiefen Grundwässer in größeren Zeiträumen. Diese zwei Gruppen wurden gegen niedrige vs. hohe Werte von Flurabstand, Geländehöhe, Sohllage, mittlere Höhe des Grundwasserspiegels sowie geringe vs. hohe Variation der Grundwasserspiegelstände statistisch getestet. Die Tests erbrachten signifikante Ergebnisse. Die Variation des Grundwasserspiegelstandes über den Zeitraum von zehn Jahren zeigte nach anfänglichem Anstieg ab 1998 einen Abfall bis 2004 der von kurzzeitigen Spitzen unterbrochen wurde. Der Niederschlag beeinflusst den Grundwasserspiegelstand im Seewinkel in Abhängigkeit der zwei faktorenanalytisch gefunden Bereiche. Änderung innerhalb eines Tages auf Niederschlag im oberflächennahen Grundwasserbereich und Änderung erst nach bis zu 8 Monaten im tieferen Grundwasserbereich. Zwischen Luftdruck und Grundwasserspiegelvariation konnte kein Zusammenhang festgestellt werden. Zwischen Fließgewässern und Grundwasserspiegelvariation wurde keine bzw. nur eine geringe Korrelation festgestellt, der höchste Korrelationskoeffizient beträgt nur 0,4. Aufgrund der Faktorenanalyse korreliert die Höhe des Neusiedlersees mit dem Faktor der tiefen Grundwässer zu 0,5 mit den seichten Grundwässern zu 0,7.

1. Einleitung

Ziel der Diplomarbeit war die Auswertung der Grundwasserstands-aufzeichnung von 112 Messstellen des Seewinkels um Abhängigkeiten der jährlichen schwankenden Grundwasserstandshöhen von externen Einflussfaktoren, wie Niederschlag, Luftdruck und Geländeparameter mit geostatistischen Methoden herauszufinden. Für diese Fragestellung schien die Nutzung der Daten der letzten zehn Jahre angemessen. Aus der Literatur (vgl. MEISSNER, 1955 und SCHENK 1972) war bekannt, dass ein Zusammenhang zwischen Grundwasserschwankungen und Luftdruck unter bestimmten Bedingungen gegeben sein kann; auch dieser Einfluss sollte untersucht werden. Daher wurden neben den Grundwasserdaten auch meteorologische Daten einbezogen. Zweck der Diplomarbeit war der Vergleich der Ergebnisse dieser geostatistischen Auswertung mit der Hydrogeologie des Arbeitsgebietes. Die Problemstellung bestand in der räumlichen Abgrenzung und Charakterisierung unterschiedlicher Teil-Grundwasserkörper der pleistozänen Donau im Seewinkel.

Unter Berücksichtigung dieser Grundüberlegungen wurden folgende Fragestellungen präzisiert:

1. Wie variieren die Grundwasserstände regional im Seewinkel?
2. Wie variieren die Grundwasserstände über die Zeit?
3. Wie beeinflussen Wetterdaten die Grundwasservariation?
4. Besteht ein Zusammenhang zwischen der Abflussmenge von Donau, Leitha, Wulka und der Grundwasservariation im Seewinkel?
5. Besteht ein Zusammenhang zwischen den Wasserstandsschwankungen des Neusiedlersees und den Grundwasserschwankungen im Seewinkel?

1.1. Zur Geographie des Seewinkels

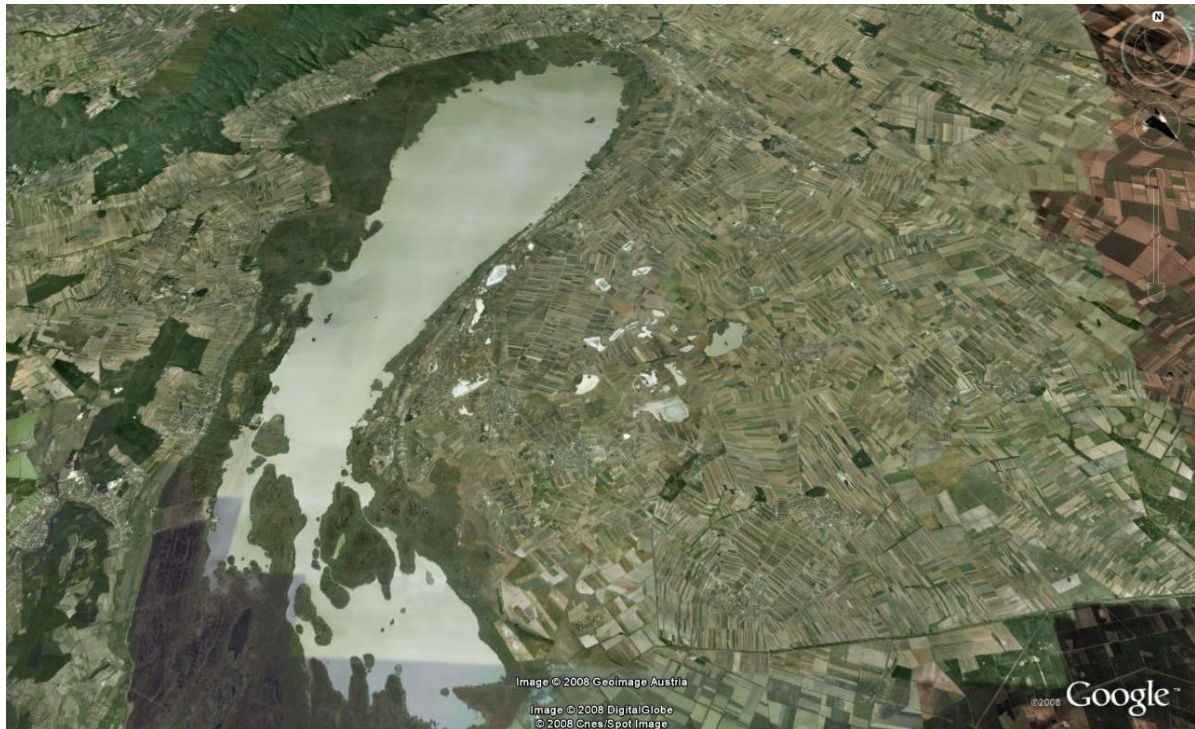


Abbildung 1.2/1: Seewinkel aus Google Earth.

In Ost-Westrichtung erstreckt sich der Seewinkel vom Ostufer des Neusiedlersees bis zur Staatsgrenze zu Ungarn. Von Nord nach Süd umfasst der Seewinkel den Bereich zwischen der Parn-dorfer Platte und dem Hansag im Süden. Er ist die tiefstliegende Landschaft Österreichs mit durchschnittlich 120 Metern über Adria, sowie das niederschlagärmste Gebiet Österreichs, mit weniger als 600 mm Niederschlag pro Jahr. Das Flächenaus-maß des Seewinkels beträgt ca. 450 km², der Seewinkel wird als große Steppe zwischen Ostufer des Neusiedler Sees und der un-garischen Grenze bezeichnet. Der an den Seewinkel angrenzende Neusiedler See liegt durchschnittlich 115 m über Adria und ist damit der tiefstgelegene See Österreichs. Der See ist im Durchschnitt 1,5 bis 1,7 m tief. Vergleiche Häusler (2007).

„Bedingt durch die hohe Verdunstung und die lokale Verfüg-barkeit hoch mineralisierter (oberflächennaher) Wässer sind die Salzlacken entstanden... Durch die Verdunstung großer Was-sermengen des Neusiedler Sees ist die Luftfeuchtigkeit sehr

hoch, was sich in der Fruchtbarkeit der Böden auswirkt. Der Seewinkel ist besonders für seine Gemüsebetriebe und den Weinbau bekannt, wobei für die ausgiebige Bewässerung Tiefpumpen installiert werden mussten.“

„Die Landschaft ist somit besonders durch die klimatischen Verhältnisse geprägt, aber auch durch Entwässerungsmaßnahmen seit der Römerzeit anthropogen umgestaltet. Auffällig durchziehen Kanäle das Kartenbild, so der Komitatskanal im Norden, der Golser Kanal südlich von Gols. Kanäle begrenzen den österreichischen Anteil der Geologie, nämlich der „Torfkanal“ ganz im Südosten, der Ost-West-verlaufende „Einserkanal“ im Süden und der „Zweierkanal“ westlich von Pamhagen. Die Kanäle wurden zur Trockenlegung von Sumpfflächen und Gewinnung von landwirtschaftlichen Nutzflächen sowie zur Regulierung der Wasserverhältnisse zwischen See und Umgebung angelegt.“ (Häusler 2007).

1.2. Zur Geologie des Seewinkels

Geologisch baut sich der Seewinkel aus fluviatilen Ablagerungen der Paläodonau und des Raab-Rabnitzflusssysteme auf.

Auszugsweise widergegeben aus "Erläuterungen zu den Blättern 79 Neusiedl am See 80 Ungarisch-Altenburg 109 Pamhagen" HÄUSLER (2007)

Nach neuesten Erkenntnissen handelt es sich bei den Seewinkelschotter sowohl um Ablagerungen der Paläodonau als auch um Ablagerung der von Süden entwässernden Flüsse Raab und Rabnitz. Argumente für diese Hypothesen sind die unterschiedlichen Schotterkomponenten im Seewinkel. Donauschotter zeichnen sich unter anderen aus durch Quarzit, Flyschsandstein und Kalke.

Ablagerungen des Paläo Raab-Rabnitz-Flusssysteme sind charakterisiert durch Graphitschiefer, Glimmerschiefer aus dem Nordspron der Zentralalpen, Kieselschiefer mit Quarzitadern aus den steirischen Becken sowie Serzitquarzite des zentralen Semmeringquarzites und durch geringe Reste von Eruptivgesteinen. Wichtigstes Merkmal der Raabschotter sind die stark abgerollten Erbsen bis Nuss großen Quarzite.

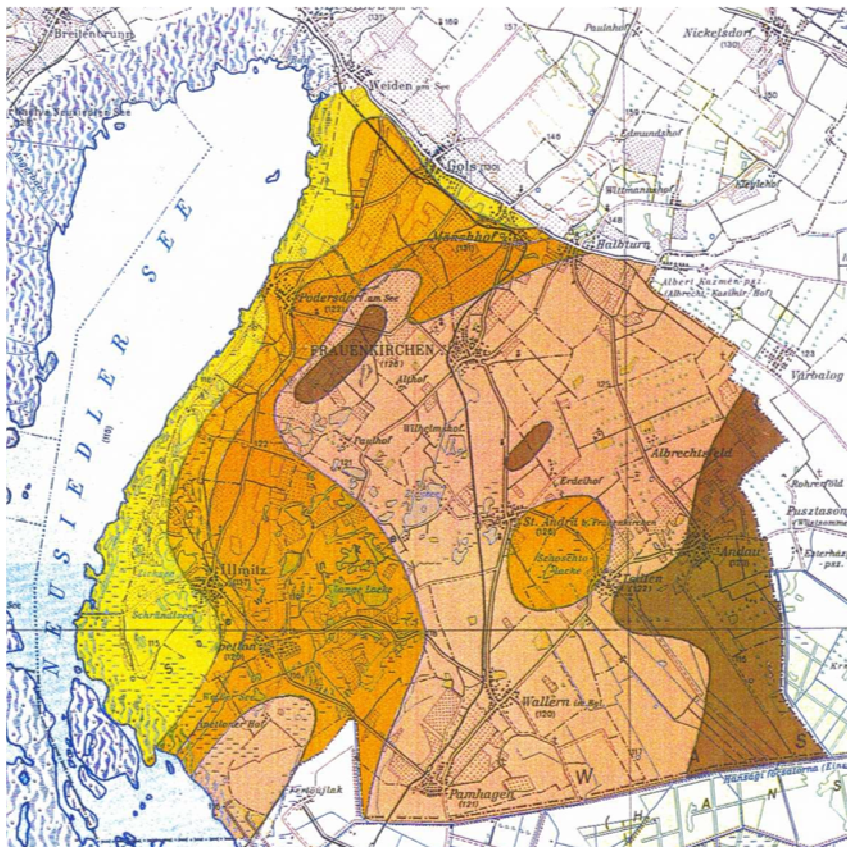


Abbildung 1.3/1: (HAAS et. al (1959)

Fluviatile Ablagerungen im Seewinkel:

Schottermächtigkeiten: Gelb: 0-5 m; Orange: 5-10 m; Rosa: 10-15 m; Braun: > 15 m

1.3. Zur Hydrogeologie des Seewinkels

Aus den Erläuterungen zur geologischen Karte 79, Neusiedl am See von HÄUSLER (2007): Im Bereich des Seewinkels lassen sich im wesentlichen drei Grundwasserstockwerke unterscheiden.

Der oberste, Porenaquifer, ist an bis zu 40 m mächtige fluviatile Quatärablagerungen gebunden.

Der zweite, ein multipler Porenaquifer, ist an bis zu 200 m tiefe pannone, grobklastische Ablagerungen gebunden.

Der dritte, ein in rund 1000 m Tiefe erschlossener Aquifer, wird als Thermalwasser genutzt.

Dazu HÄUSLER (2007) im Detail: "Im Seewinkel ist der erste, 5-40 Meter mächtige Aquifer aufgrund der Sedimentationsgeschich-

te im Pleistozän etwas komplexer aufgebaut als im Bereich der Parndorfer Platte.

Die Seewinkelschotter werden allgemein durch einen 0,5 bis 1 m mächtigen stauenden "salzführenden Horizont" untergliedert, woraus unterschiedliche Fließgeschwindigkeiten des Grundwassers im obersten Stockwerk resultieren dürften. Die Schotterserie keilt gegen den Neusiedlersee hin aus und erreicht mit rund 40 m im östlichen Seewinkel ihre größte Mächtigkeit."

Durchlässigkeitsbeiwert: $k_f = 5 \cdot 10^{-3}$ bis $3 \cdot 10^{-3}$ m/s und einem speichernutzbaren Hohlraumanteil von $n_{sp} = 5-8\%$ ergeben sich für die mittlere jährliche Grundwasserneubildungsrate Werte von 20-30% des Jahresniederschlages aus REITINGER & SCHMALFUS (1992).

2006 wurde von HÄUSLER et al. eine detaillierte Grundwasserstudie zur Klärung des permanenten Wasserverlustes des Zicksees im Seewinkel durchgeführt. Aus dieser Studie geht hervor, dass die jährlichen Grundwasserschwankungen im Dezimeter und Meterbereich von einem 7-jährigen Zyklus im Meterbereich überlagert werden. In Bezug auf die Untergrundverhältnisse kommt die Studie zum Schluss, dass die Transmissivität aus zwei Teilsystemen besteht, einer regionalen erhöhten und einer lokalen geringen Transmissivität.

In Bezug auf das Alter der Grundwässer gibt eine Wasserhaushaltstudie von BOROVIČZENY et al. 1992 Aufschluß.

Generell sind Wässer höheren Alters eher im Norden des Seewinkels angesiedelt und Wässer geringeren Alters im südlichen Bereich des Seewinkels bzw. in der Nähe zum Neusiedlersees.

Aufgrund der in Abbildung 1.4/1 dargestellten Isohypsen ist ein schwaches Grundwassergefälle von Nord nach Süd feststellbar. (Im Norden des Seewinkels 120 müA, im Süden 113 müA)



Abbildung 1.4/1: Grundwassergleichenkarte aus BOROVICZENY et al. (1992) Blaue Linien stellen die Linien gleichen Grundwasserstandes dar.

2. Dateneigenschaft und Datengewinnung

Um die zu Beginn formulierten Fragestellungen beantworten zu können, sollten die verwendeten Daten folgende Eigenschaften haben:

1. Grundwasserdaten in möglichst hoher zeitlichen Auflösung
2. Wetterdaten über den Bereich Seewinkel, ebenfalls mit hoher zeitlicher Auflösung
3. Daten über die Abflussmenge von Donau, Leitha und Wulka
4. Daten über die Variation des Wasserstandes des Neusiedlersees
5. Standortdaten der Messstelle selbst und deren Umgebung

Im Idealfall für alle Variablen die gleiche zeitliche Auflösung, d.h. Tagesdaten.

Mit diesem Anforderungswunsch wurde sowohl an das Lebensministerium, als Betreiber der Grundwasserdatenbank „eHYD“, als auch an die Zentralanstalt für Meteorologie „ZAMG“ herangetreten und um zur Verfügungstellung der diesbezüglichen Daten angesucht. Diesem Ansuchen wurde entsprochen und Daten in der gewünschten Qualität bereitgestellt. Wobei die Bereitstellung des Datenmaterials vom Lebensministerium kostenlos erfolgte; an die Zentralanstalt für Meteorologie musste lediglich eine Bearbeitungsgebühr entrichtet werden.

Als Auflage für die Nutzung wurde von beiden Stellen aber die Bedingung geknüpft, die Datennutzung nur für diese Diplomarbeit vorzunehmen und keinesfalls eine kommerzielle Nutzung zu betreiben.

Das nachfolgende Organigramm gibt einen Überblick über Daten und Information, die verwendet wurden. Der Schwerpunkt der Arbeit lag aber auf der Nutzung des elektronischen Datenmaterials, Karten und Literatur wurden nur am Rande verwendet.

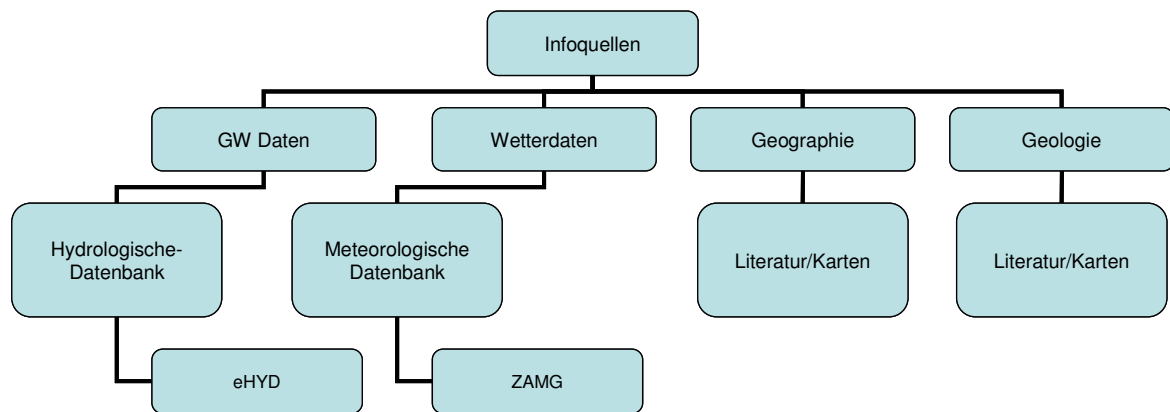


Abbildung 2/1: Organigramm der verwendeten Daten/Informationen

Details zu Messstellen und Messwerten:

2.1. Hydrologische Daten

Aus „eHYD“, der Grundwasserdatenbank des Lebensministeriums, wurden über einen Zeitraum von 10 Jahren, von 1995 bis 2004, folgende Daten zur Verfügung gestellt:

1. Grundwasserdaten von 112 Messstellen:

a)Angaben zur Messstelle:

Geographische Koordinaten

Geländehöhe [müA]

Bohrlochtiefe [m]

Messstelle Oberkante [müA]

b)Grundwasserdaten: [müA]

2. Neusiedlerseedaten:

a)Angaben zur Messstelle

Geographische Koordinaten

Geländehöhe [müA]

b)Seehöhe: [müA]]

3. Abflussdaten von Donau, Leitha und Wulka:

Abflussmenge in Kubikmeter pro Sekunde

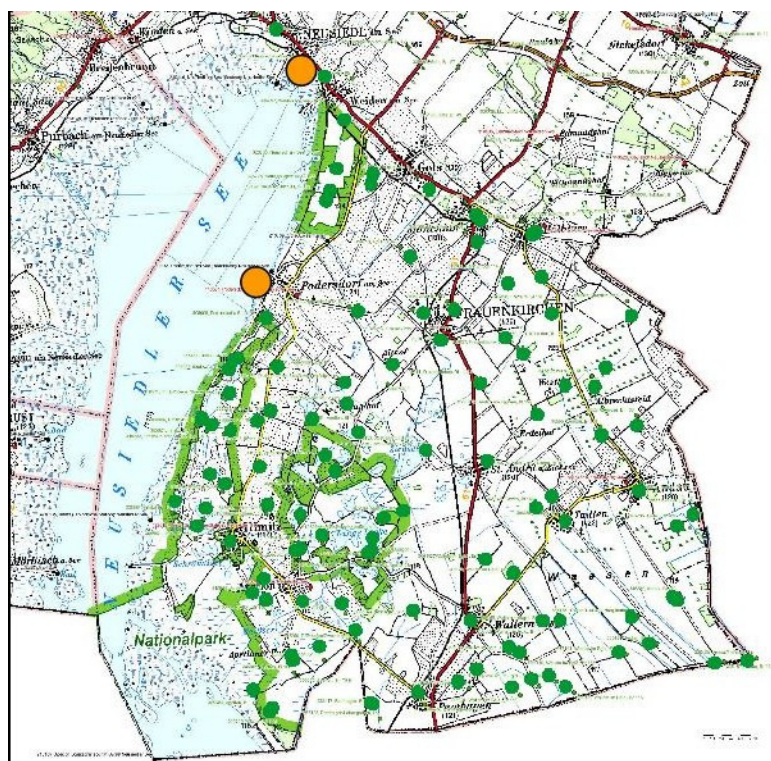


Abbildung 2.1/1: Hydrologische Messstellen im Seewinkel

	A	B	C	D
1	Messstelle:	Andau, Br 27		
2	HZB-Nummer:	305524		
3	HD-Nummer:			+
4	DBMS-Nummer:	1002003		
5	PorenGW-Gebiet:	318 Seewinkel		
6	Grundwasserkörper:	Seewinkel [LRR]		
7	Sachgebiet:	UWQ		
8	Arbeitsgebiet:	GW		
9	Dienststelle:	HD-Burgenland		
10	Höhenangaben [m ü.A.]:	gültig seit: 22.05.1978		
11	Geländehöhe:	119.48		
12	Messpunkthöhe:	119.73		
13	Sohllage:	110.59		
14	T-Einpunktmessstiefe:			
15	Geographische Koordinaten:			
16	gültig seit:	Länge (Grad,Min,Sek):	Breite (Grad,Min,Sek):	
17	12.08.1953	17 02 06	47 46 32	
18	Exportzeitreihe:	Abgeleitete Intervallzeitreihe		
19		GWS,I,Mit,T,1,M,Z,1,		
20	Ursprungszeitreihe:	GWS,K,,,1,O,Z,1,		
21	Mittelungsintervall:	1 Tag		
22	Exportqualität:	MAXQUAL		
23	Einheit:	m ü.A.		
24	Exportzeitraum:	01.01.1995 00:00 bis	01.01.2005 00:00	
25	Der Intervallwert gilt bis zum nächsten Zeitpunkt mit einem Wert oder Lücke			
26	Werteformat:	2 Nachkommast.		
27	Werte:			
28	01.01.1995 00:00	114,66		
29	02.01.1995 00:00	114,66		
30	03.01.1995 00:00	114,66		
31	04.01.1995 00:00	114,66		
32	05.01.1995 00:00	114,66		
33	06.01.1995 00:00	114,67		

Tabelle 2.1/1: Rohdatenbeispiel aus "eHYD" mit Messstellendaten und Grundwasserspiegelständen.

2.1.1. Überblick über Grundwassermessstellendaten und Grundwasserdaten

In den nachfolgenden graphischen Darstellungen werden Messstellendaten, Geländehöhe, sowie Sohllage visualisiert. Die Darstellung der Grundwasserdaten stellt die Häufigkeit der Messwerte über den gesamten Beobachtungszeitraum 1995 bis 2004 von allen Messstellen dar. Neben Mittelwert und Standardabweichung "Std.-Abw." bezeichnet N die Anzahl der berücksichtigten Messstellen.

Geländehöhe

Die Grundwassermessstellen verteilen sich im Seewinkel über den Bereich von 114 bis 133 Meter über Adria. Im Mittel liegen die Messstellen auf 119,63 müA.

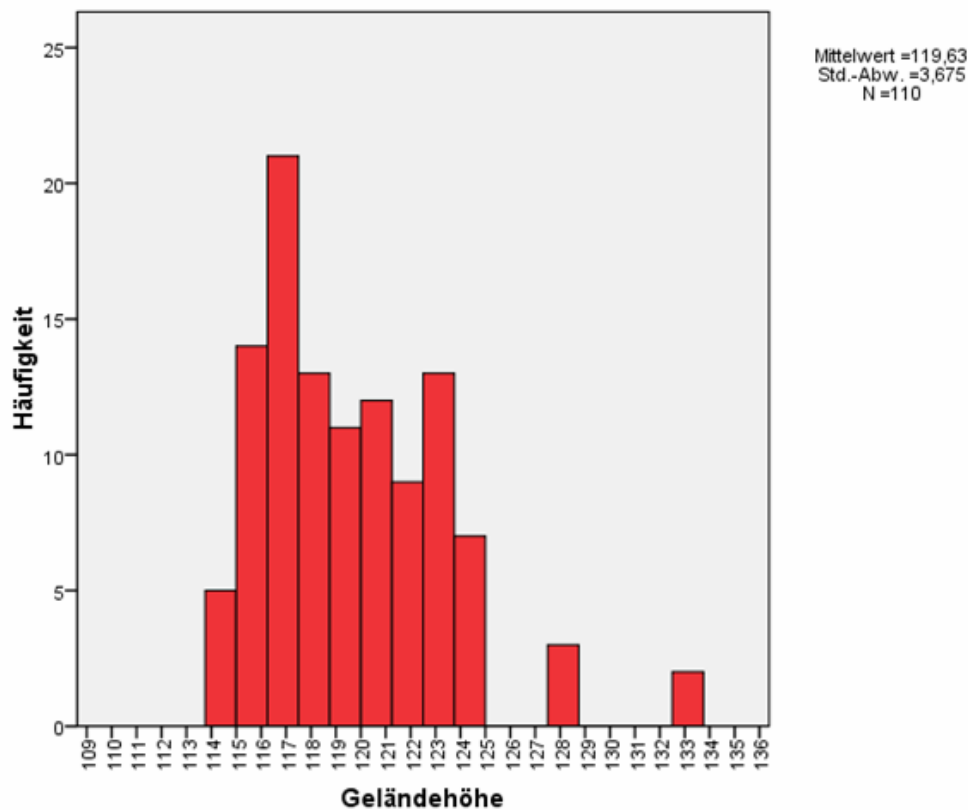


Abbildung 2.1.1/1: Häufigkeitsdiagramm der Geländehöhe von Messstellen im Seewinkel.

Sohllage

Die Sohllage entspricht dem tiefsten Punkt der Messstelle bis zu dem eine Messung möglich ist. Der dargestellte Bereich liegt zwischen 90 müA und 122 müA. Im Mittel liegt die Sohllage bei 112 müA.

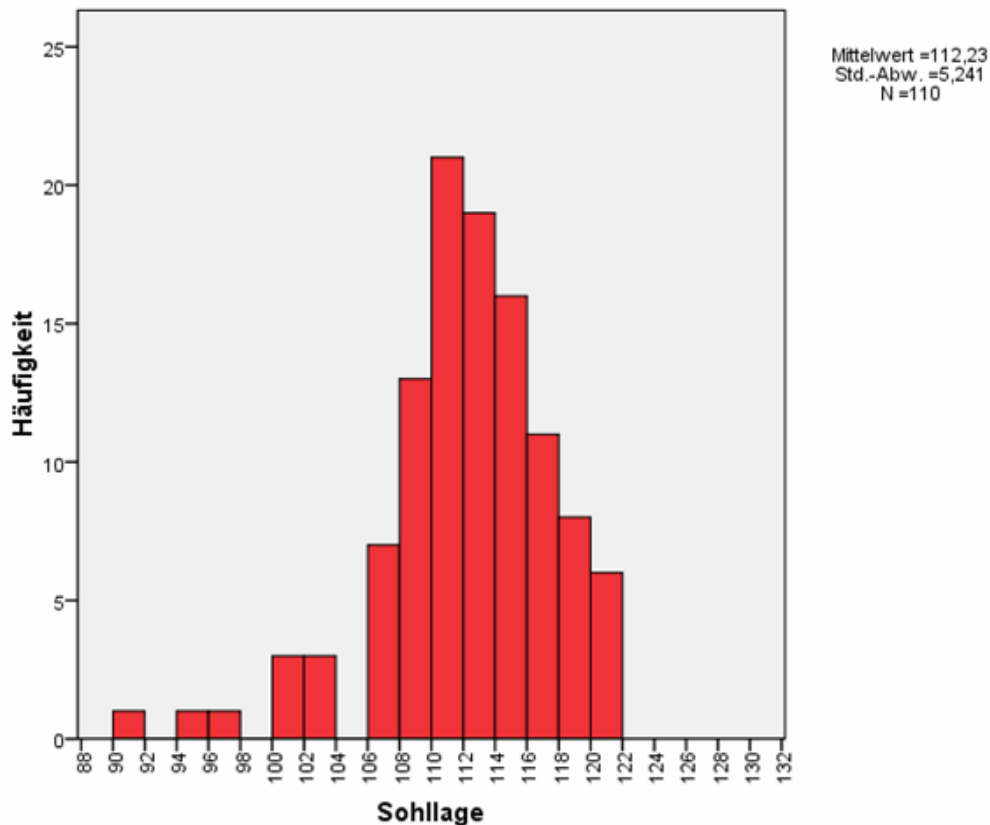


Abbildung 2.1.1/2: Häufigkeitsdiagramm der Sohllage der Messstellen im Seewinkel.

Mittelwert des Grundwasserspiegels

Um einen Überblick über die Grundwassersituation zu geben, wurden über den Beobachtungszeitraum 1995 bis 2004 Mittelwerte pro Messstelle gebildet und deren klassierte Häufigkeit in einem Histogramm dargestellt. Im Mittel liegt daher für den Zeitraum 1995 bis 2004 – der Grundwasserspiegel im Seewinkel bei 117 müA.

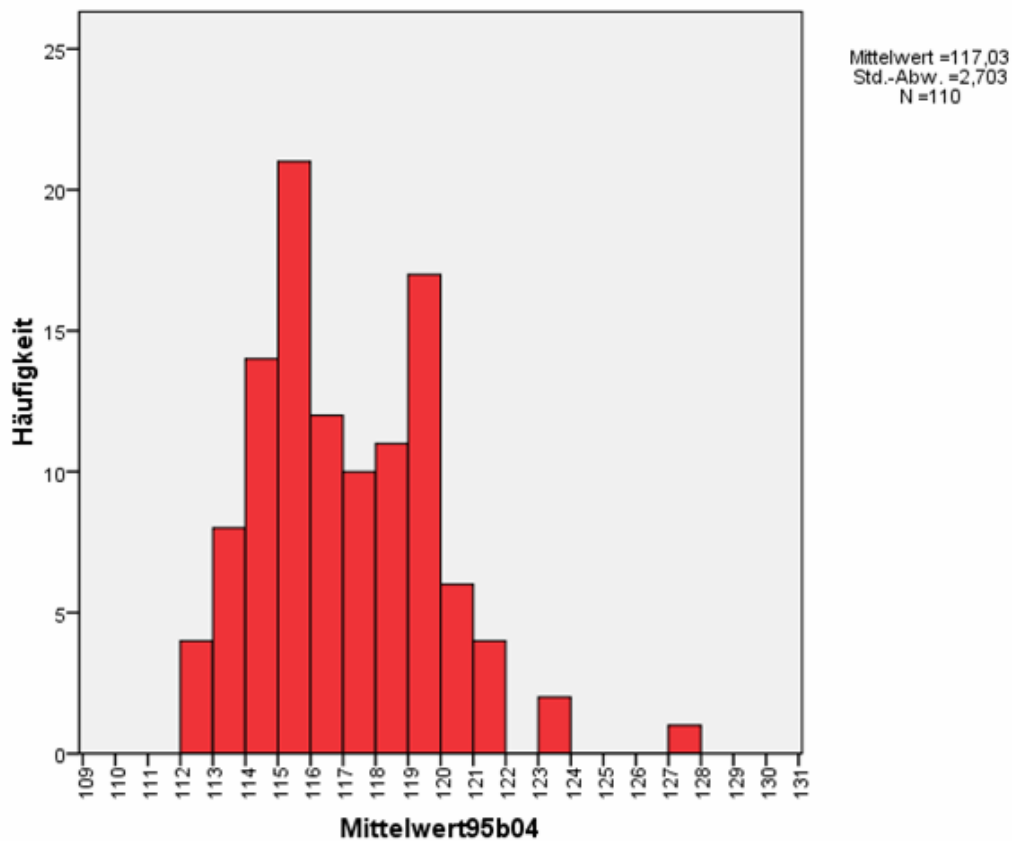


Abbildung 2.1.1/3: Häufigkeitsdiagramm der Grundwasserspiegelmittelwerte, berechnet über den Zeitraum 1995 bis 2004.

2.1.2. Zusammenhang zwischen den Messstellendaten

Die nachfolgenden Darstellungen zeigen die Zusammenhänge der Messstellenvariablen Geländehöhe, Flurabstand, Sohlage, Tiefe und Wassersäule zueinander an. Wobei die Variablen Flurabstand und Wassersäule aus den Mittelwerten der Grundwasserspiegelmittelstände und den Geländedaten berechnet wurden.

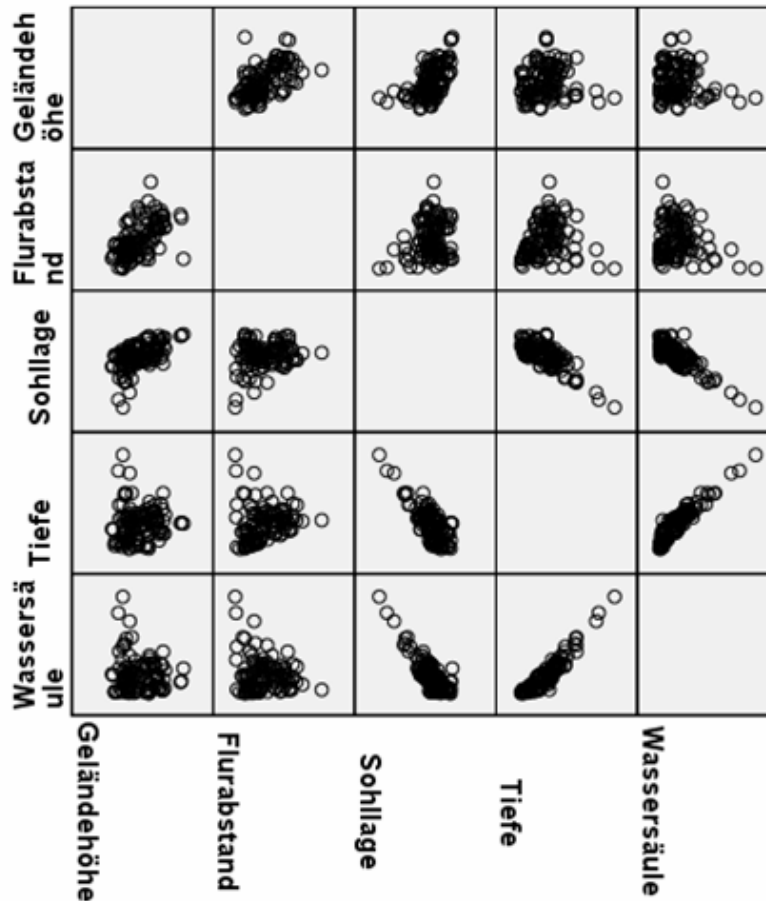


Abbildung 2.1.2/1: Streudiagramm der Grundwassermessstellenvariablen.

Die Korrelation der Grundwassermessstellenvariablen untereinander wird am besten mit einem Punktdiagramm dargestellt. Obwohl obige Darstellung redundant ist, wegen Spiegelung der Darstellung an der Hauptdiagonale, zeigt sie die Zusammenhänge in übersichtlicher Form.

Die Tabelle 2.1.2/1 ergänzt die vorige Abbildung durch die Zahlenwerte der Korrelationskoeffizienten, die zwischen -1 und +1 liegen können. Die Zeile "Signifikanz" (2-seitig) gibt an, ob es sich dabei um signifikante Korrelationen (mit *) oder nicht signifikante Korrelationen handelt. "N" bedeutet Anzahl der berücksichtigten Messstellen.

Korrelationen

		Geländehöhe	Flurabstand	Sohlage	Tiefe	Wassersäule
Geländehöhe	Korrelation nach Pearson	1,000	,580**	,567**	,161	-,146
	Signifikanz (2-seitig)		,000	,000	,092	,130
	N	110	108	110	110	109
Flurabstand	Korrelation nach Pearson	,580**	1,000	,239*	,146	-,182
	Signifikanz (2-seitig)	,000		,013	,131	,060
	N	108	108	108	108	108
Sohlage	Korrelation nach Pearson	,567**	,239*	1,000	-,722**	-,859**
	Signifikanz (2-seitig)	,000	,013		,000	,000
	N	110	108	110	110	109
Tiefe	Korrelation nach Pearson	,161	,146	-,722**	1,000	,926**
	Signifikanz (2-seitig)	,092	,131	,000		,000
	N	110	108	110	110	109
Wassersäule	Korrelation nach Pearson	-,146	-,182	-,859**	,926**	1,000
	Signifikanz (2-seitig)	,130	,060	,000	,000	
	N	109	108	109	109	109

** Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant.

* Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,05 (2-seitig) signifikant.

Tabelle 2.1.2/1: Korrelationstabelle der Grundwassermessstellenvariablen.

2.2 Meteorologische Daten

Diese Daten wurden von der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik „ZAMG“ für drei Messstellen für unterschiedlich lange Zeiträume, in Abhängigkeit von der Verfügbarkeit, ab 1977 bereitgestellt.

Niederschlags- und Luftdruckdaten für die Messstellen:

Andau: Niederschlag + Luftdruck vom 1.8.1995 bis 13.11.2007

Illmitz: Niederschlag + Luftdruck vom 1.12.1990 bis 29.2.2004

Neusiedl: Niederschlag vom 1.1.1977 bis 31.7.2004

Neusiedl: Luftdruck vom 28.5.1992 bis 31.7.2004

Womit vollständige Daten für den Zeitraum 1995 bis 2004 zur Verfügung standen. Die Niederschläge wurden in hPa angegeben.

Der Luftdruck wurde in Zehntel Liter/m² angegeben.

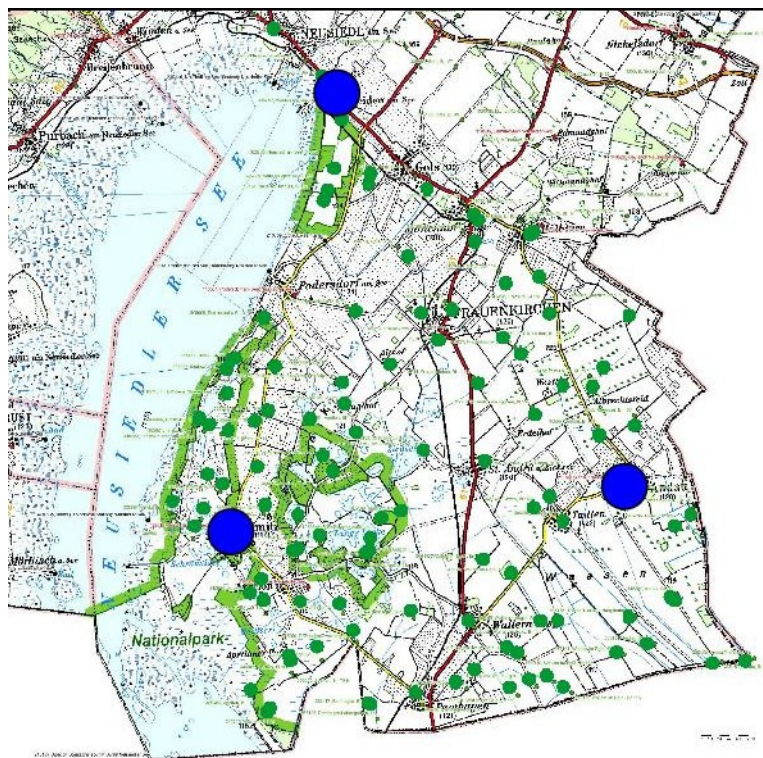


Abbildung 2.2/1: Meteorologische Messstellen des Seewinkels Andau, Illmitz und Neusiedl (blaue Punkte).

datum	nied07	nied19	nied	druck07	druck14	druck19	druckmit
19901201	-1	-1	-1	10096	10123	10146	10122
19901202	-1	10	10	10144	10130	10154	10143
19901203	-1	-1	-1	10183	10162	10145	10163
19901204	-1	4	20	10097	10070	10059	10075
19901205	16	13	13	10009	10056	10111	10059
19901206	-1	-1	-1	10155	10167	10159	10160
19901207	-1	2	16	10109	10063	10041	10071
19901208	14	-1	-1	9988	9986	10003	9992
19901209	-1	-1	44	10010	9978	9962	9983
19901210	44	59	75	9868	9846	9846	9853
19901211	16	-1	2	9919	9940	9956	9938
19901212	2	-1	-1	9948	9891	9882	9907
19901213	-1	-1	-1	9932	9974	10008	9971
19901214	-1	-1	-1	10037	10040	10049	10042
19901215	-1	-1	10	10047	10060	10071	10059
19901216	10	29	29	10098	10115	10134	10116
19901217	-1	-1	-1	10155	10154	10150	10153
19901218	-1	23	36	10141	10130	10126	10132
19901219	13	-1	-1	10103	10098	10108	10103
19901220	-1	-1	-1	10126	10124	10123	10124
19901221	-1	-1	-1	10080	10057	10076	10071
19901222	-1	-1	5	10114	10118	10129	10120
19901223	5	-1	-1	10158	10177	10198	10178
19901224	-1	-1	-1	10199	10189	10193	10194
19901225	-1	-1	-1	10174	10145	10125	10148
19901226	-1	-1	28	10065	10067	10055	10062
19901227	28	5	5	9965	9975	10000	9980
19901228	-1	-1	-1	10066	10097	10119	10094
19901229	-1	2	2	10083	10087	10082	10084
19901230	-1	-1	-1	10086	10105	10131	10107
19901231	-1	-1	-1	10128	10113	10095	10112
19910101	-1	14	14	10044	10037	10059	10047

Tabelle 2.2/1: Rohdatenbeispiel aus "ZAMG" mit Niederschlag und Luftdruck zu unterschiedlichen Tageszeiten

2.2.1 Überblick über die meteorologischen Daten

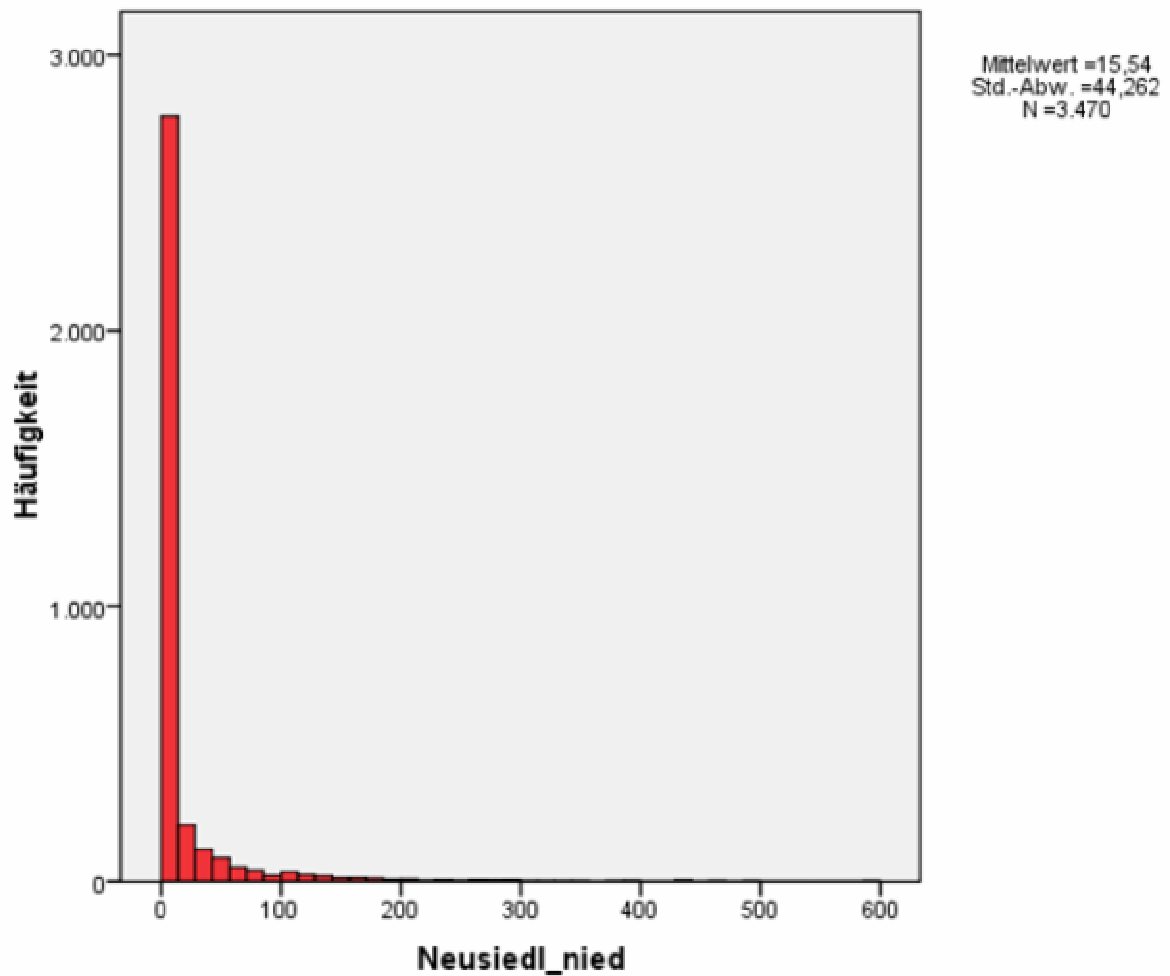


Abbildung 2.2.1/1: Häufigkeitsdiagramm der Tagesniederschläge in Deziliter an der Messstelle Neusiedl am See, wie von der "ZAMG" zur Verfügung gestellt.

Niederschläge: Die Niederschlags- und Luftdruckdaten wurden von der "ZAMG" in Form von Halbtagesdaten und Tagesdaten zur Verfügung gestellt. In den Auswertungen wurden, da für die Grundwässer nur Tagesdaten zur Verfügung standen, auch nur die Tageswerte berücksichtigt. Für die graphische Darstellung wurden die Daten der Messstelle Neusiedl am See ausgewählt.

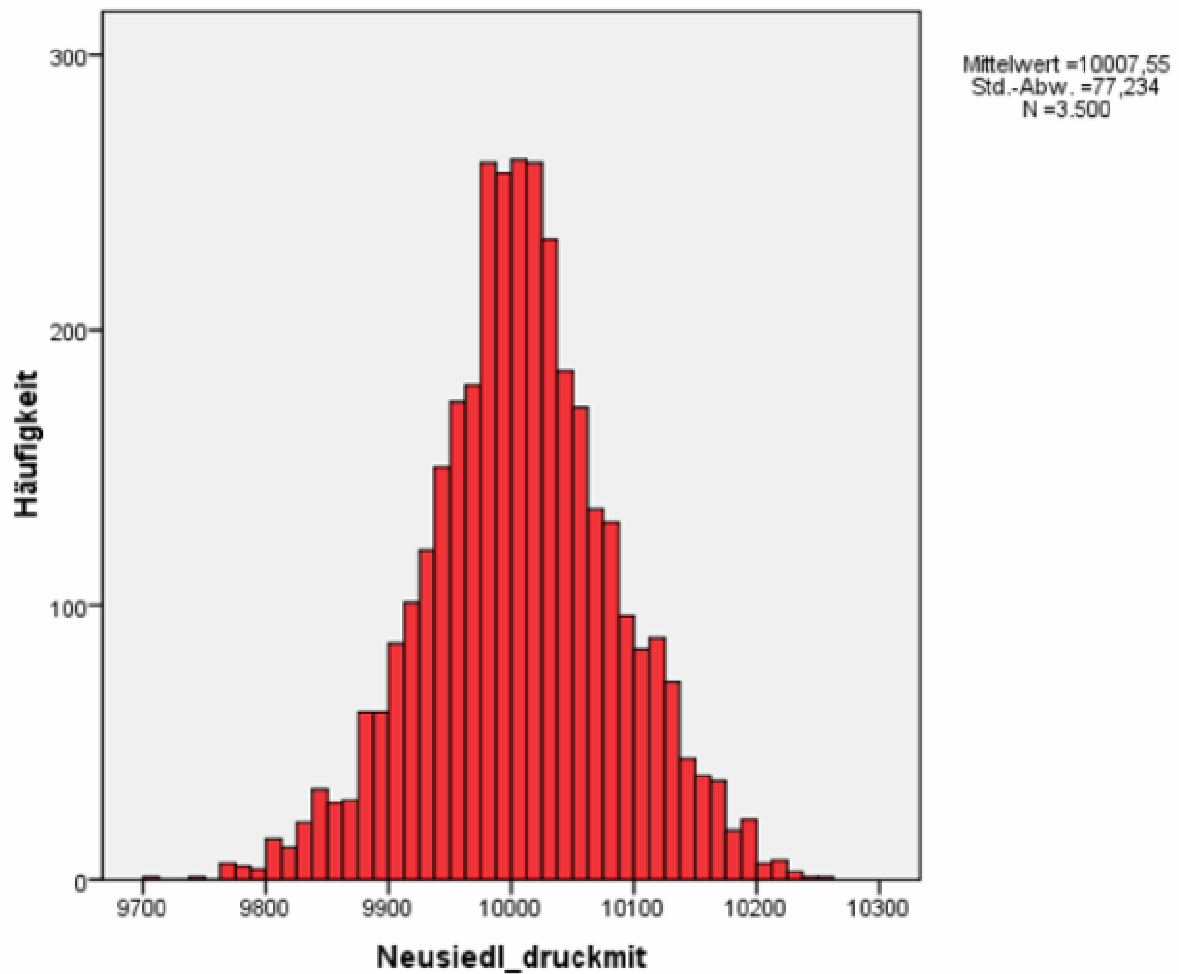


Abbildung 2.2.1/2: Häufigkeitsdiagramm des gemessenen Luftdrucks in Hektopascal der Messstelle Neusiedl am See.

Luftdruck

Die mittlere Ausprägung des Luftdrucks beträgt 10007,55 hPa. Das Histogramm zeigt eine symmetrische Verteilung mit den Randwerten 9700 und 10250 hPa.

2.2.2. Zusammenhang zwischen den meteorologischen Daten

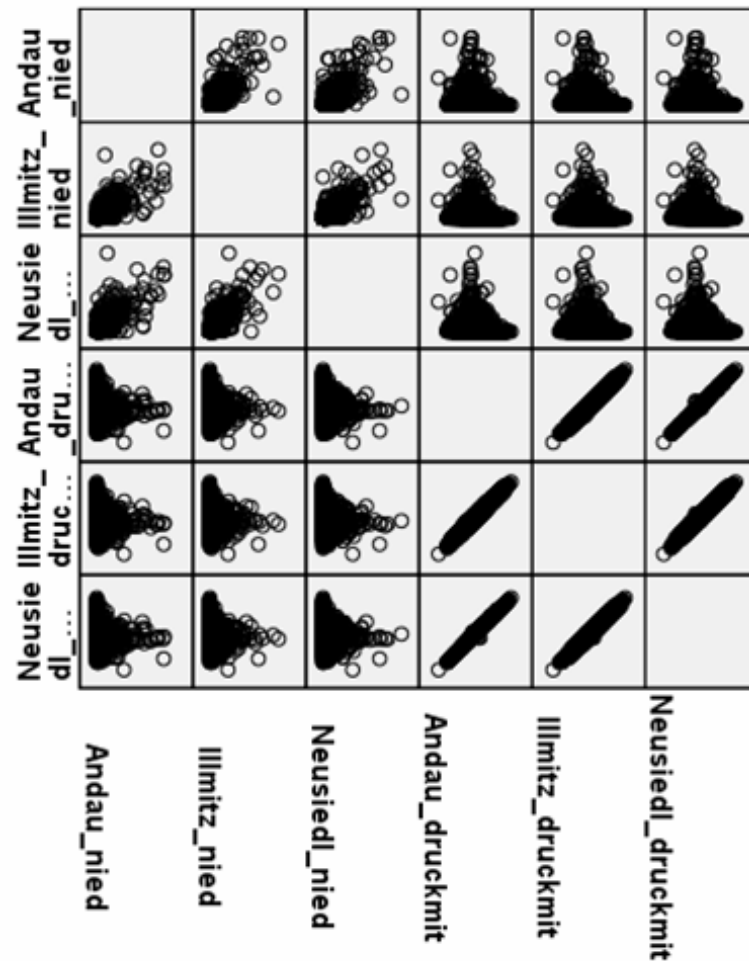


Abbildung 2.2.2/1: Korrelationsdiagramm von Niederschlag und Luftdruck der drei Meteorologischen Messstellen im Seewinkel.

Niederschlag und Luftdruck

Die stärksten Korrelationen zeigen sich bei der Gegenüberstellung des Luftdrucks, geringer sind die Korrelationen der Niederschläge. Zwischen Niederschlägen und Luftdruck ist kein Zusammenhang ersichtlich.

		Korrelationen					
		Andau_nied	Illmitz_nied	Neusiedl_nied	Andau_druckmit	Illmitz_druckmit	Neusiedl_druckmit
Andau_nied	Korrelation nach Pearson	1,000	,831**	,812**	-,232**	-,229**	-,226**
	Signifikanz (2-seitig)		,000	,000	,000	,000	,000
	N	3441	3044	3258	3441	2894	3288
Illmitz_nied	Korrelation nach Pearson	,831**	1,000	,826**	-,222**	-,213**	-,217**
	Signifikanz (2-seitig)	,000		,000	,000	,000	,000
	N	3044	3258	3226	3044	3075	3258
Neusiedl_nied	Korrelation nach Pearson	,812**	,826**	1,000	-,228**	-,225**	-,222**
	Signifikanz (2-seitig)	,000	,000		,000	,000	,000
	N	3258	3226	3470	3258	3045	3470
Andau_druckmit	Korrelation nach Pearson	-,232**	-,222**	-,228**	1,000	,990**	,999**
	Signifikanz (2-seitig)	,000	,000	,000		,000	,000
	N	3441	3044	3258	3441	2894	3288
Illmitz_druckmit	Korrelation nach Pearson	-,228**	-,213**	-,225**	,990**	1,000	,989**
	Signifikanz (2-seitig)	,000	,000	,000	,000		,000
	N	2894	3075	3045	2894	3075	3075
Neusiedl_druckmit	Korrelation nach Pearson	-,226**	-,217**	-,222**	,999**	,989**	1,000
	Signifikanz (2-seitig)	,000	,000	,000	,000	,000	
	N	3288	3256	3470	3288	3075	3500

** Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant.

Tabelle 2.2.2/1: Korrelationskoeffizienten von Niederschlag und Luftdruck für die drei meteorologischen Messstellen des Seewinkels.

In Analogie zur Tabelle der Korrelationen der Grundwasserdaten ergänzt die Tabelle die vorige Abbildung durch die Zahlenwerte der Korrelationskoeffizienten, die zwischen -1 und +1 liegen können. Die Zeile "Signifikanz (2-seitig)" gibt an ob es sich dabei um signifikante Korrelationen (mit *) oder nicht signifikante Korrelationen handelt. "N" bedeutet hier die Anzahl der berücksichtigten Datensätze.

Die Korrelationen der Niederschläge zueinander liegen bei > 0,8. Die Korrelationen des Luftdrucks liegt mit ~ 0,98 nahe bei eins und stellt somit fast eine perfekte Übereinstimmung dar.

3. Datenaufbereitung

Die unterschiedlichen Formate von „ZAMG“ und „eHYD“ wurden vereinheitlicht und in ein gemeinsames File des Statistikprogrammes SPSS eingelesen. Das Ergebnis dieser Aufbereitung war eine Tabelle mit 130 Spalten für die Messstellen und 3650 Zeilen, für jeden Tag des Beobachtungszeitraumes.

4. Auswertung

Zu Beginn der Auswertung wurde eine Datenexploration durchgeführt, um Ausreißer und Fehleintragungen aufzudecken.

Für die Beantwortung der Fragestellung wurden folgende Auswertungsmethoden gewählt:

1. Datenreduktion bzw. Gruppierung der unterschiedlichen Grundwassergebiete mittels Faktorenanalyse.
2. Darstellung der Grundwasserganglinien für den gesamten Beobachtungszeitraum mittels Liniendiagrammen für ausgewählte Messstellen.
3. Untersuchung des Einflusses von Niederschlag und Luftdruck auf die Variation des Grundwasserspiegels im Seewinkel, mittels Faktorenanalyse.
4. Untersuchung der Auswirkung des Abflusses von Donau, Leitha und Wulka auf den Grundwasserspiegel im Seewinkel, mittels Faktorenanalyse.
5. Untersuchung des Zusammenhanges von Schwankungen des Neusiedlersees und den Schwankungen des Grundwasserspiegels im Seewinkel, ebenfalls mittels Faktorenanalyse.
6. Gegenüberstellung der Niederschlagsdaten zu den Grundwasserdaten im Seewinkel mit unterschiedlicher Verzögerung bzw. durch Bestimmung der Kreuzkorrelation, ebenfalls mit unterschiedlichen Verzögerungen.
7. Gegenüberstellung der Grundwasserdaten zu den Luftdruckdaten.

4.1 Gruppierung der Grundwassergebiete mittels Faktorenanalyse

Eine praxisorientierte Einführung in die Faktorenanalyse gibt BÜHL & ZÖFEL (1999).

Die Auswertung mittels einer Faktorenanalyse bedeutet zugleich eine Datenreduktion, da dadurch Messstellen, die die gleiche Grundwasservervariation aufweisen, zu Gruppen zusammengefasst werden und somit Gruppenvergleiche anstelle von Messstellenvergleichen möglich sind, was zu einer Vereinfachung der Auswertung aber auch zu einer Verbesserung des Überblicks über das Grundwasserverhalten führt. Nach dieser Gruppierung müssen nicht mehr alle Messstellen in der weiteren Analyse berücksichtigt werden sondern nur noch typische Vertreter dieser so gruppierten Messstellen.

Eine kurze Beschreibung soll das Verfahren verdeutlichen: Ausgangspunkt der Faktorenanalyse ist eine Korrelationsmatrix in der jede Messstelle mit jeder verglichen wird und ein Parameter der Grundwasserverhaltensgleichheit erstellt wird der sogenannte Korrelationskoeffizient.

Korrelationsmatrix									
	Halbturn Bl 114 [müA]	Halbturn Bl 6	Andau Br 101	Andau Br 68	Frauenkirchen Blt 145	Illmitz Br 65 A	Tadten Br 143	Apetlon Br 70 B	
Korrelation Halbturn Bl 114 [müA]	1,000	,998	,967	,968	,987	,315	,602	,075	
Halbturn Bl 6	,998	1,000	,958	,965	,979	,305	,597	,051	
Andau Br 101	,967	,958	1,000	,982	,972	,469	,734	,268	
Andau Br 68	,968	,965	,982	1,000	,971	,409	,698	,197	
Frauenkirchen Blt 145	,987	,979	,972	,971	1,000	,337	,598	,120	
Illmitz Br 65 A	,315	,305	,469	,409	,337	1,000	,865	,834	
Tadten Br 143	,602	,597	,734	,698	,598	,865	1,000	,676	
Apetlon Br 70 B	,075	,051	,268	,197	,120	,834	,676	1,000	

Tabelle 4.1/1: Korrelationmatrix (Auszug):

In dieser Matrix, wo Zeilen und Spalten identisch sind, stehen in den zugehörigen Zellen die Korrelationskoeffizienten, die darüber Auskunft geben, wie stark die Grundwasser der jeweiligen Messstellen korrelieren.

Die möglichen Werte reichen von -1 über 0 bis +1.

-1 bedeutet einen starken negativen Zusammenhang

0 bedeutet keinen Zusammenhang

+1 bedeutet einen starken positiven Zusammenhang.

Exemplarisch sind hier drei Korrelationskoeffizienten beschrieben bzw. das zugehörige Punktdiagramm dargestellt.

Korrelationsmatrix									
	Halbturn Bl 114 [müA]	Halbturn Bl 6	Andau Br 101	Andau Br 68	Frauenkirchen Bl 145	Illmitz Br 65 A	Tadten Br 143	Apetlon Br 70 B	
Korrelation	Halbturn Bl 114 [müA]	1,000	,998	,967	,968	,987	,315	,602	,075
	Halbturn Bl 6	,998	1,000	,958	,965	,973	,305	,597	,051
	Andau Br 101	,967	,958	1,000	,982	,972	,469	,734	,268
	Andau Br 68	,968	,965	,982	1,000	,971	,409	,898	,197
	Frauenkirchen Bl 145	,987	,979	,972	,971	1,000	,337	,598	,120
	Illmitz Br 65 A	,315	,305	,469	,409	,337	1,000	,865	,834
	Tadten Br 143	,602	,597	,734	,698	,598	,865	1,000	,676
	Apetlon Br 70 B	,075	,051	,268	,197	,120	,834	,676	1,000

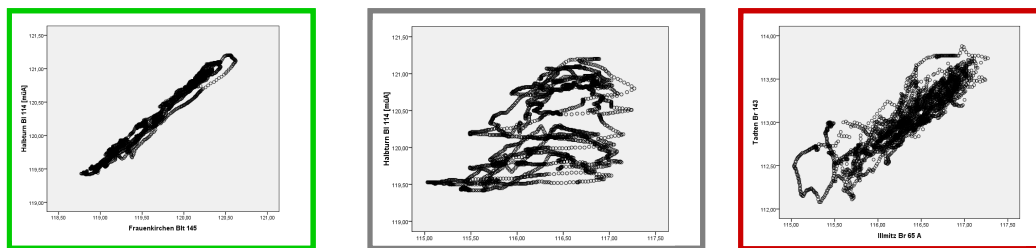


Abbildung 4.1/1: Korrelationsmatrix (Auszug) und Plottung dreier Werte.

Grüne Markierung:

Die Korrelation zwischen Halbturn Bl 114 und Frauenkirchen Bl 145 beträgt 0,987, was eine hohe Übereinstimmung in Bezug auf die Kovariation der beiden Grundwasserstände bedeutet, daher ist das Punktdiagramm nahezu linear.

Graue Markierung:

Die Korrelation zwischen Halbturn Bl 114 und Illmitz Br 65 A beträgt 0,315 und ist als niedrig zu bezeichnen was auch am dazugehörigen Punktdiagramm ersichtlich wird.

Rote Markierung:

Die Korrelation zwischen Illmitz Br 65 A und Tadten Br 143 ist hingegen wieder 0,865 was eine bedeutend höhere Übereinstimmung der Grundwasserkovariation bedeutet als die mit Halbturn Bl 114.

Über die Analyse dieser Korrelationskoeffizienten könnte eine Gruppierung der Grundwasserspiegelstände durchgeführt werden.

Diese Gruppierung wäre bei einer 8x8 Matrix wie hier, wo 8 Messstellen exemplarisch ausgewählt wurden noch durchführbar. Bei einer Matrix 90x90 (wie in der Gesamtauswertung) wären aber schon 8100 Zellen zu gruppieren, was nicht mehr durchführbar wäre.

Zu dieser Analyse wurde daher die Faktorenanalyse angewandt, die diese Datenreduktion bzw. Gruppierung der 90 Messstellen durchführte.

Vor der Darstellung der Ergebnisse der Faktorenanalyse der 90 Messstellen ist hier aber noch das Beispiel mit 8 Messstellen vervollständigt worden.

Korrelationsmatrix									
		Halbturm BI 114 [müA]	Halbturm BI 6	Andau Br 101	Andau Br 68	Frauenkirchen Bit 145	Illmitz Br 65 A	Tadten Br 143	Apelton Br 70 B
Korrelation	Halbturm BI 114 [müA]	1,000	,998	,967	,968	,987	,315	,602	,075
	Halbturm BI 6	,998	1,000	,958	,965	,979	,305	,597	,051
	Andau Br 101	,967	,958	1,000	,982	,972	,469	,734	,268
	Andau Br 68	,968	,965	,982	1,000	,971	,409	,698	,197
	Frauenkirchen Bit 145	,987	,979	,972	,971	1,000	,337	,598	,120
	Illmitz Br 65 A	,315	,305	,469	,409	,337	1,000	,865	,834
	Tadten Br 143	,602	,597	,734	,698	,598	,865	1,000	,676
	Apelton Br 70 B	,075	,051	,268	,197	,120	,834	,676	1,000

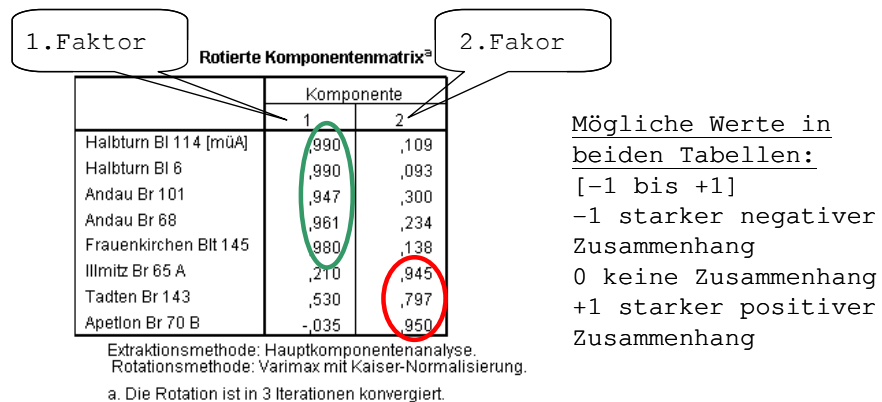


Abbildung 4.1/2: Korrelationsmatrix mit Faktorenmatrix

Hier wurde über die 8x8 Matrix die Faktorenanalyse durchgeführt, um den Zusammenhang zu den oben gezeigten Korrelationen zu verdeutlichen. Die vorher hoch korrelierenden Messstellen liegen nun auf einem gemeinsamen Faktor (Gruppe), die Messstellen, die eine geringe Korrelation zueinander aufweisen liegen auf getrennten Faktoren (Gruppen).

4.1.1. Anwendung der Faktorenanalyse auf 90 Messstellen des gesamten Seewinkels

Führt man nun die Faktorenanalyse über alle Messstellen aus (von den 112 Messstellen eigneten sich aufgrund der verfügbaren Daten nur 90 Messstellen), so erhält man eine Matrix mit 90 Zeilen und so vielen Spalten als Faktoren gefunden werden, im gegebenen Fall 3 Faktoren.

Rotierte Komponentenmatrix			
	Komponente		
	1	2	3
Halbturn Bl 114 [müA]	0,99	0,06	-0,03
Halbturn Bl 6	0,99	0,07	-0,01
Halbturn Br 136	0,99	0,06	-0,04
Andau Br 101	0,99	0,10	0,01
Andau Br 68	0,99	0,11	0,01
Frauenkirchen Bl 108 A [müA]	0,99	0,12	0,01
.	.	.	.
Wallern im Bgld Br 133	0,80	0,54	0,20
Illmitz Br 65	0,76	0,61	0,16
Apetlon Br 146	0,73	0,64	0,13
Illmitz Bl 8 A	0,70	0,52	-0,02
Illmitz Br 65 A	-0,05	0,99	-0,02
Tadten Br 143	0,14	0,96	0,14
Podersdorf am See Birnbaumlacke 40	0,08	0,95	-0,14
Illmitz Br 28 A	0,27	0,94	-0,02
.	.	.	.
Illmitz Br 128	0,33	0,69	0,03
Apetlon Fuchslochlacke Lp	0,64	0,66	-0,11
Apetlon Bl 10	0,60	0,64	-0,26
Pamhagen Leißergraben Lp	-0,09	-0,14	-0,80
Wallern im Bgld Loblergraben Lp	-0,46	0,15	-0,75
Apetlon Bl 9	-0,07	0,29	0,35

Tabelle 4.1.1/1: Faktorenmatrix der 90 Messstellen

4.1.2. Anzahl der extrahierten Faktoren

Dazu BÜHL & ZÖFEL (1999) sinngemäß: Zur Bestimmung der zu berücksichtigenden Faktoren ist ein Screeplot nützlich. Das Wort Screeplot ist eine Zusammensetzung aus dem englischen Wort scree, was soviel wie "Geröllhang" bedeutet und dem Wort plot, für Darstellung. Der Screeplot soll dazu dienen, unbedeutende Faktoren – das Geröll – von bedeutsamen Faktoren zu trennen. Diese bedeutsamen Faktoren bilden im Screeplot gewissermaßen den Hang, also den Linienbereich, der durch einen starken Anstieg bei der Faktorenanzahl festzustellen ist. Im gegebenen Fall eben 2. Der 3. Faktor würde schon dem Geröll an der Basis zuzurechnen sein.

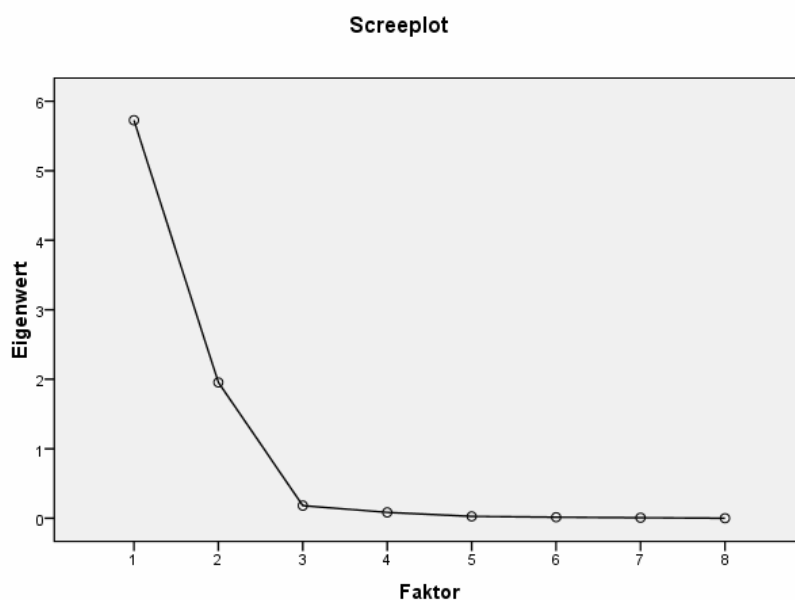


Abbildung 4.1.2/1: Screeplot der extrahierten Faktoren; zwei Faktoren befinden sich im steilen Bereich und sind für die Fragestellung relevant.

Ein weiteres Kriterium für die zu berücksichtigende Faktorenanzahl ist der Eigenwert. Es ist sinnvoll, diejenigen Faktoren mit einem Eigenwert größer als 1 zu berücksichtigen, was hier auch der Fall ist.

sees sowie im Süden des Seewinkel lokalisiert, wobei im Südwesten des Seewinkels ein gewisser Überlappungsbereich der 2 Faktoren festzustellen ist.

Die 3 Messstellen des 3. Faktors sind im Süden des Seewinkels in unmittelbarer Nachbarschaft zu Faktor 1 zu finden.

Die Unterbrechung der Faktor 2 Messstellen im Süden durch Faktor 1 Messstellen ist in dem Bereich gegeben, wo durch eine topographische Erhebung tiefere Grundwasser bedingt sind.

4.1.4 Merkmale und mögliche Ursachen dieser Grundwassergruppierung

Um Ursachen dieser Grundwassergruppierung feststellen zu können, wurden die 2 Grundwassergruppen weiter analysiert. Zunächst wurden weitere Messstellenvariablen mit den 2 Gruppen in Beziehung gesetzt und folgende Fragen formuliert:

Besteht ein Zusammenhang zwischen Grundwasserganglinien und

-Geländehöhe?

-Flurabstand?

-Sohllage?

-Tiefe des Bohrloches?

-Wassersäule?

Diese Fragestellungen wurden mittels Kreuztabellen und nachfolgendem Chiquadratstest ausgewertet. Näheres zu Kreuztabellen und Chiquadratstest mit SPSS siehe BÜHL & ZÖFEL (1999). Bei dieser Auswertung wurde getestet, inwieweit die gefundenen Faktoren (Gruppen) sich zufällig über die jeweiligen Geländehöhen, Flurabstände, usw. verteilen. Signifikante Zusammenhänge ergaben sich dabei zu folgenden Variablen: Geländehöhe, Flurabstand, Sohllage. Keine signifikanten Zusammenhänge ergaben sich zu den Variablen Tiefe des Bohrloches und Höhe der Wassersäule. In weiterer Folge wurden auch die Mittelwerte und Standardabweichungen der Grundwasservariablen mit den Faktoren in Beziehung gesetzt; auch hier zeigten sich signifikante Zusammenhänge.

4.1.4.1. Zusammenhang Geländehöhe und Faktoren

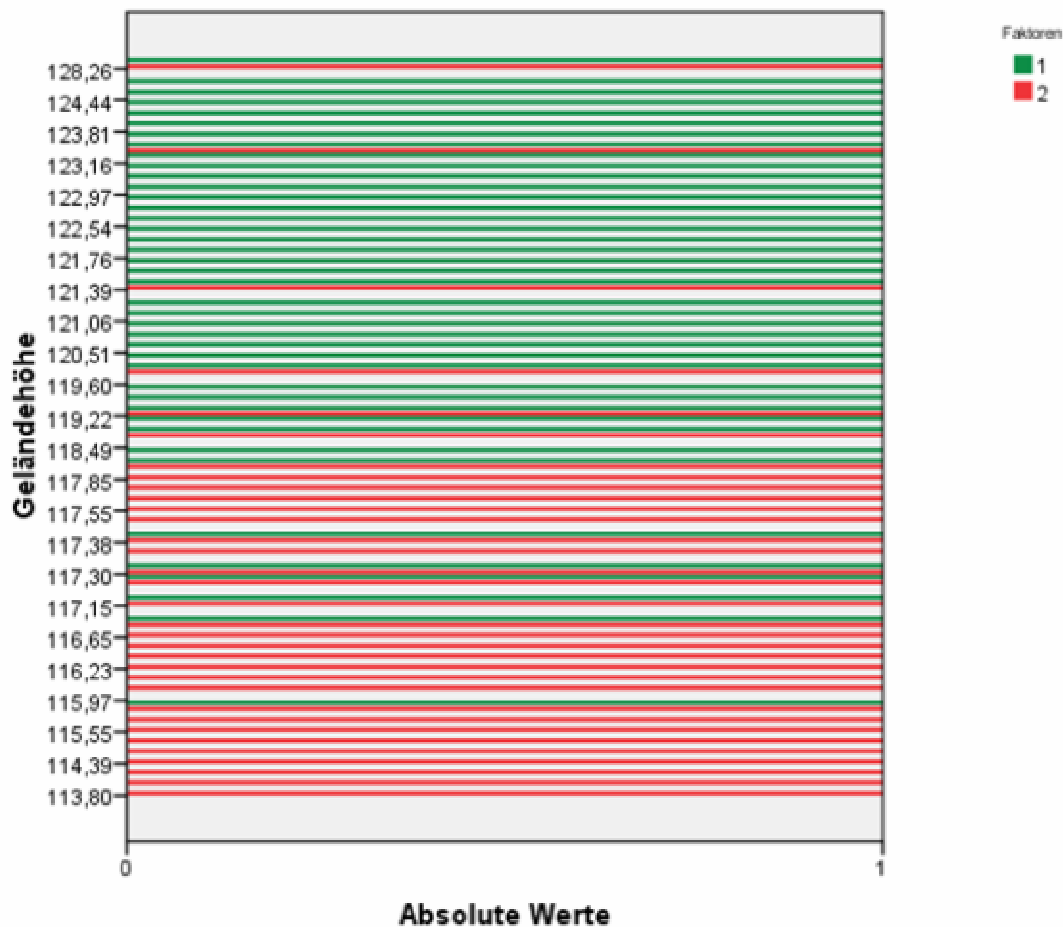


Abbildung 4.1.4.1/1: Geländehöhe und Faktoren, grün Faktor 1 Messstellen, rot Faktor 2 Messstellen.

Faktor 1 Messstellen sind bevorzugt auf hohen Geländehöhen lokalisiert. Faktor 2 Messstellen liegen bevorzugt auf tieferem Geländeniveau. Die Skala Geländehöhe stellt die Rangreihe der jeweiligen Höhenmeter über Adria dar.

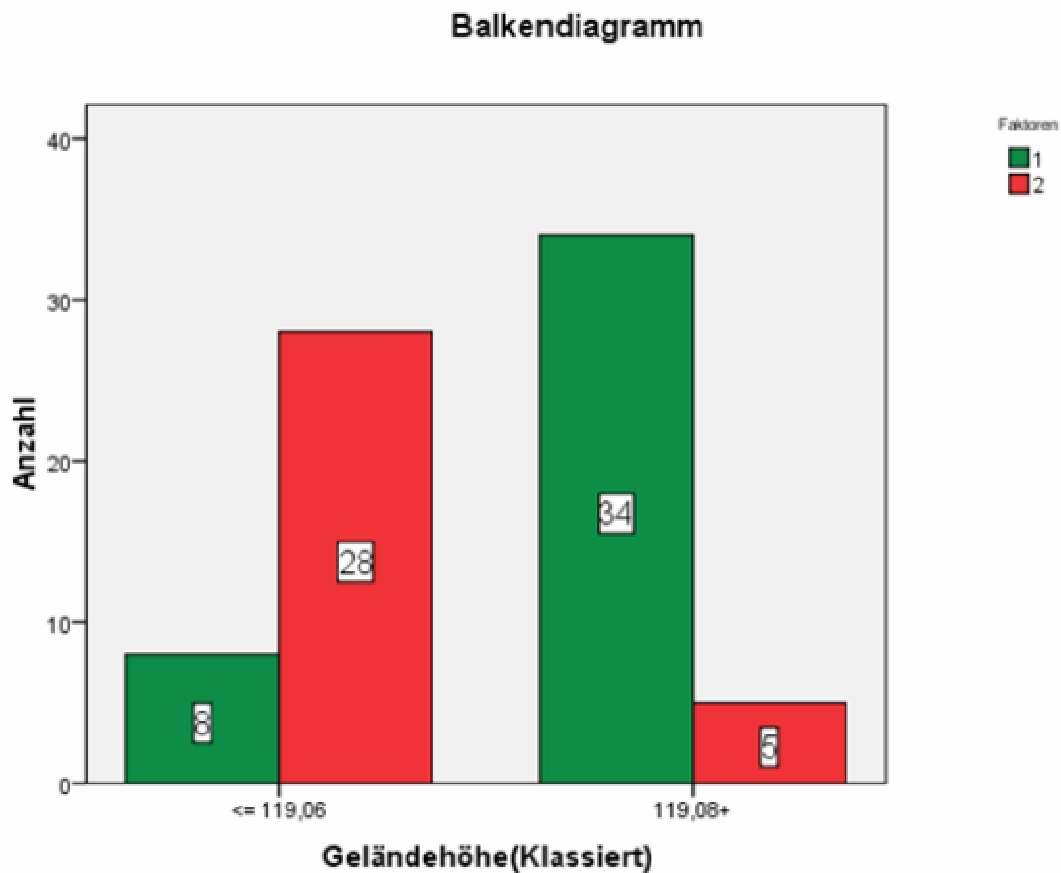


Abbildung 4.1.4.1/2: Faktoranteile auf hohem und niedrigem Geländeniveau.

Als Trennwert hoch gegen niedrig wurde 119,06 gewählt, der Wert, der die Höhenanteile im Verhältnis 50% zu 50% teilt.

Bedeutung der Balken:

Auf niedrigem Geländeniveau treten 28mal Faktor 2 Messstellen auf und 8mal Faktor 1 Messstellen. Auf hohem Geländeniveau treten 34mal Faktor 1 Messstellen auf und 5 mal Faktor 2 Messstellen.

Geländehöhe(Klassiert) * Faktoren Kreuztabelle

			Faktoren		
			1	2	Gesamt
Geländehöhe(Klassiert)	<= 119,06	Anzahl	8	28	36
		Erwartete Anzahl	20,2	15,8	36,0
		Standardisierte Residuen	-2,7	3,1	
	119,08+	Anzahl	34	5	39
		Erwartete Anzahl	21,8	17,2	39,0
		Standardisierte Residuen	2,6	-2,9	
	Gesamt	Anzahl	42	33	75
		Erwartete Anzahl	42,0	33,0	75,0

Tabelle 4.1.4.1/1: Kreuztabelle Geländehöhe gegen Faktoren.

Neben den Werten, die im Diagramm veranschaulicht sind, sind hier auch die sogenannten "Erwarteten Werte" angegeben, die bei Gleichverteilung unter den gegebenen Randbedingungen zu erwarten wären. Die "Standardisierten Residuen" stellen eine Interpretationshilfe dar. Ist deren Absolutbetrag ≥ 2 so erlaubt dies im Falle eines signifikanten Ergebnisses des Chi-Quadrattests eine Zelleninterpretation. (siehe unten).

Chi-Quadrat-Tests

	Wert	df	Asymptotisch e Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (2- seitig)	Exakte Signifikanz (1- seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	32,057 ^a	1	,000		
Kontinuitätskorrektur ^b	29,475	1	,000		
Likelihood-Quotient	34,880	1	,000		
Exakter Test nach Fisher				,000	,000
Zusammenhang linear- mit-linear	31,629	1	,000		
Anzahl der gültigen Fälle	75				

a. 0 Zellen (,0%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist 15,84.

b. Wird nur für eine 2x2-Tabelle berechnet

Tabelle 4.1.4.1/2: Chiquadratstest Geländehöhe gegen Faktoren

Der Chiquadratstest liefert ein signifikantes Ergebnis mit der Bedeutung, dass die Anordnung der Faktoren über die Geländehöhe sehr unwahrscheinlich Zufalls bedingt ist. Da alle standardisierten Residuen in obiger Tabelle > 2 sind kann auch jeder beobachtete Wert gegen den erwarteten Wert in der Kreuztabelle in Richtung überzufälliges Ergebnis interpretiert werden.

4.1.4.2. Zusammenhang Flurabstand und Faktoren

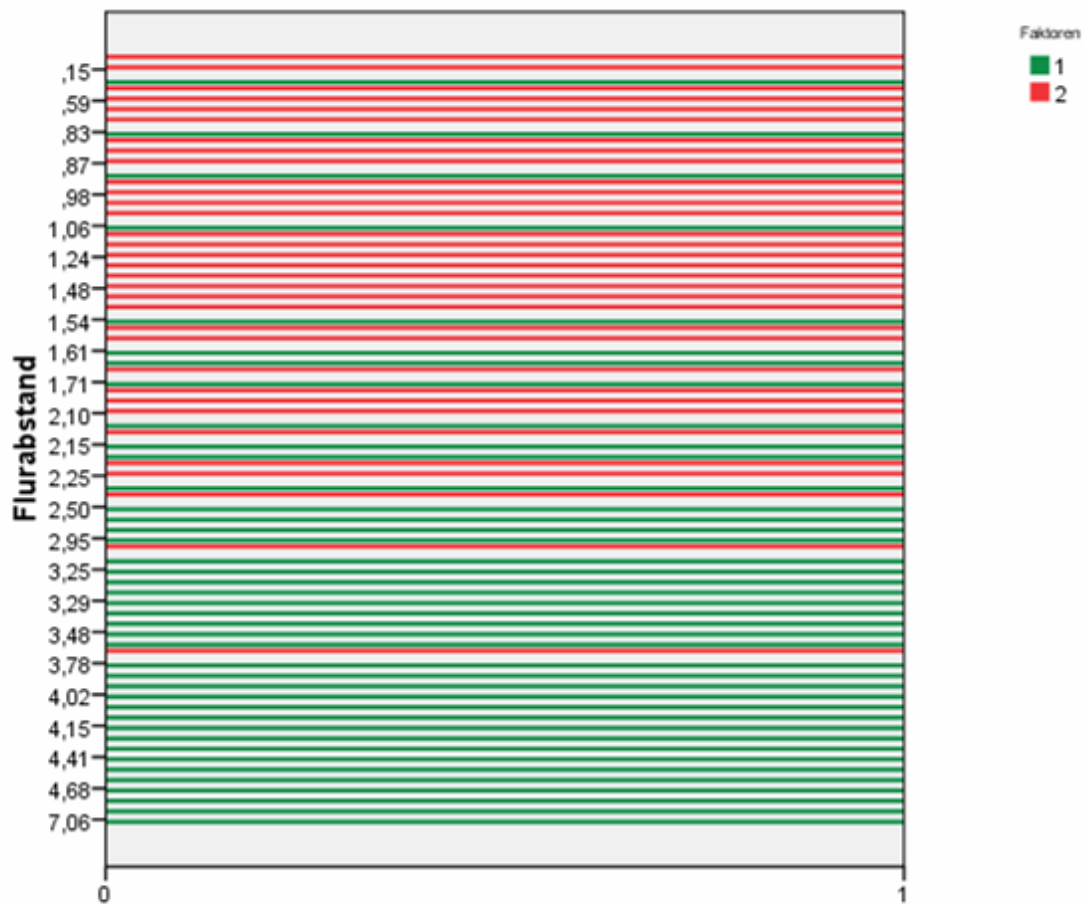


Abbildung 4.1.4.2/1: Flurabstand und Faktoren, grün Faktor 1 Messstellen, rot Faktor 2 Messstellen.

Faktor 2 Messstellen sind durch niedrige Flurabstände gekennzeichnet ($< 2\text{m}$), Faktor 1 Messstellen durch hohe Flurabstände ($> 2,5\text{m}$).

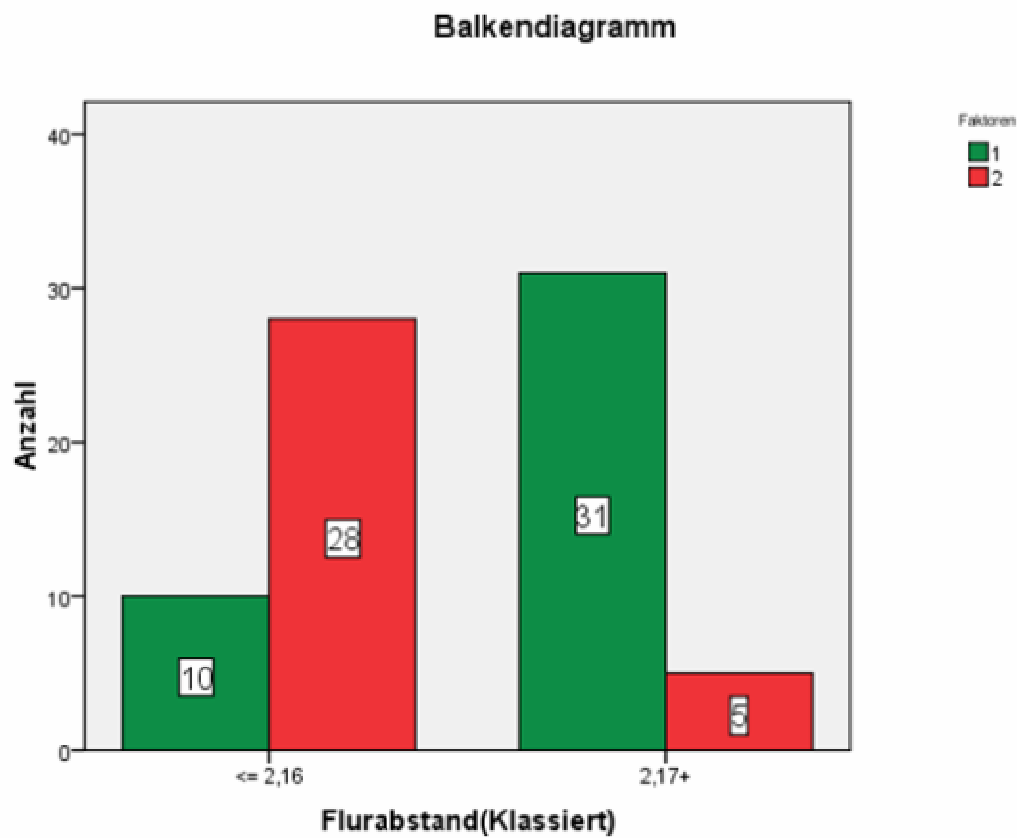


Abbildung 4.1.4.2/2: Faktoranteile für hohen und niedrigen Flurabstand.

Als Trennwert hoch gegen niedrig wurde 2,16 gewählt, der Wert der die Flurabstände im Verhältnis 50% zu 50% teilt.

Bedeutung der Balken:

Messstellen mit niedrigem Flurabstand sind 28 mal mit Faktor 2 assoziiert und 10 mal mit Faktor 1. Hoher Flurabstand tritt bei 31 Faktor 1 Messstellen auf, aber nur 5 mal bei Faktor 2 Messstellen.

Flurabstand(Klassiert) * Faktoren Kreuztabelle

			Faktoren		
			1	2	Gesamt
Flurabstand(Klassiert)	<= 2,16	Anzahl	10	28	38
		Erwartete Anzahl	21,1	16,9	38,0
		Standardisierte Residuen	-2,4	2,7	
	2,17+	Anzahl	31	5	36
		Erwartete Anzahl	19,9	16,1	36,0
		Standardisierte Residuen	2,5	-2,8	
	Gesamt	Anzahl	41	33	74
		Erwartete Anzahl	41,0	33,0	74,0

Tabelle 4.1.4.2/1: Kreuztabelle Flurabstand gegen Faktoren.

Die erste Zeile entspricht den Werten die im Diagramm dargestellt sind. Die zweite Zeile gibt die Anzahl wieder die unter Gleichverteilung zu erwarten wäre. Die Standardisierten Residuen erlauben wieder eine Zelleninterpretation.

Chi-Quadrat-Tests

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (1-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	26,752 ^a	1	,000	,000	,000
Kontinuitätskorrektur ^b	24,387	1	,000		
Likelihood-Quotient	28,906	1	,000		
Exakter Test nach Fisher					
Zusammenhang linear-mit-linear	26,390	1	,000		
Anzahl der gültigen Fälle	74				

a. 0 Zellen (,0%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist 16,05.

b. Wird nur für eine 2x2-Tabelle berechnet

Tabelle 4.1.4.2/2: Chiquadrattest Flurabstand gegen Faktoren.

Der Chiquadrattest liefert wieder ein signifikantes Ergebnis mit der Bedeutung, dass die beobachtete Anordnung der Faktoren über den Flurabstand Zufalls bedingt sehr unwahrscheinlich ist. Da alle standardisierten Residuen in obiger Tabelle > 2 sind kann auch hier jeder beobachtete Wert gegen den erwarteten Wert in der Kreuztabelle in Richtung überzufälliges Ergebnis interpretiert werden.

4.1.4.3. Zusammenhang Sohl- lage und Faktoren

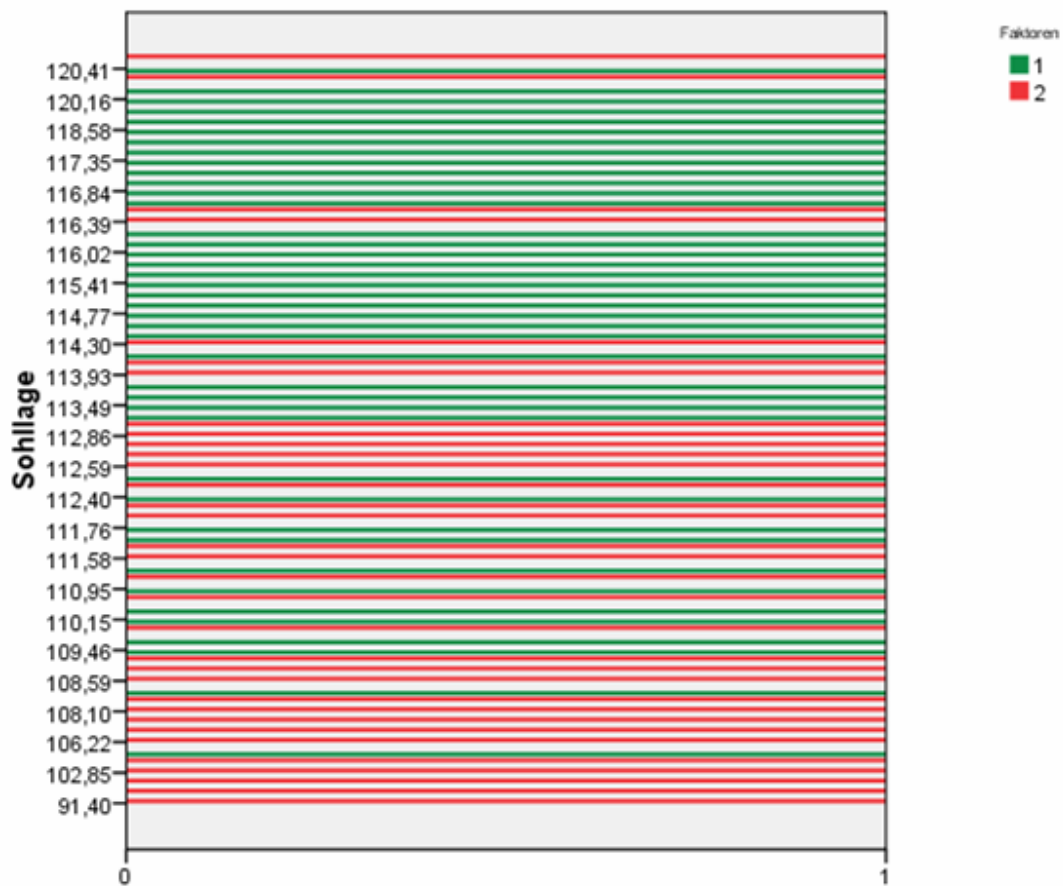


Abbildung 4.1.4.3/1: Sohl- lage und Faktoren, grün Faktor 1 Messstellen, rot Faktor 2 Messstellen.

Obwohl hier die Aufteilung der Faktoren auf niedrige und hohe Sohl- lage nicht so eindeutig wie in den vorangegangenen Auswer- tungen ist, so sind dennoch Faktor 1 Messstellen bevorzugt hö- her gelegen und Faktor 2 Messstellen bevorzugt tiefer gelegen.

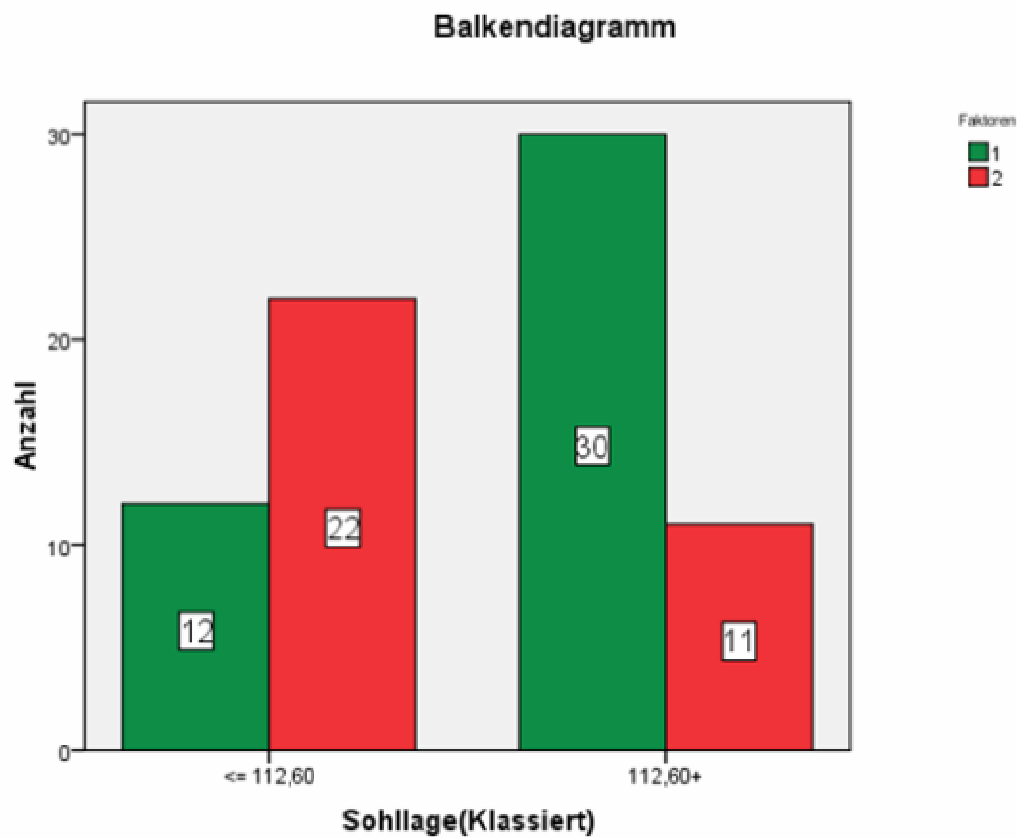


Abbildung 4.1.4.3/2: Faktoranteile für hohe und niedrige Sohl-
lage.

Als Trennwert hoch gegen niedrig wurde 112,60 gewählt, der Wert, der die Sohlagen im Verhältnis 50% zu 50% teilt.

Bedeutung der Balken:

Messstellen mit niedriger Sohlage sind 22 mal mit Faktor 2 assoziiert und 12 mal mit Faktor 1. Hohe Sohlage tritt bei 30 Faktor 1 Messstellen auf und 11 mal bei Faktor 2 Messstellen.

Sohllage(Klassiert) * Faktoren Kreuztabelle

			Faktoren		
			1	2	Gesamt
Sohllage(Klassiert)	<= 112,60	Anzahl	12	22	34
		Erwartete Anzahl	19,0	15,0	34,0
		Standardisierte Residuen	-1,6	1,8	
	112,60+	Anzahl	30	11	41
		Erwartete Anzahl	23,0	18,0	41,0
		Standardisierte Residuen	1,5	-1,7	
	Gesamt	Anzahl	42	33	75
		Erwartete Anzahl	42,0	33,0	75,0

Tabelle 4.1.4.3/1: Kreuztabelle Sohllage gegen Faktoren.

Erste und Zweite Zeile der Tabelle sind wie bisher zu interpretieren. Die standardisierten Residuen liegen jedoch alle unter dem Absolutbetrag von 2, was bedeutet, dass die Abweichungen der beobachteten Werte von den erwarteten Werten auch Zufalls bedingt zu erwarten wären.

Chi-Quadrat-Tests

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (1-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	10,822 ^a	1	,001	,001	,001
Kontinuitätskorrektur ^b	9,339	1	,002		
Likelihood-Quotient	11,053	1	,001		
Exakter Test nach Fisher					
Zusammenhang linear-mit-linear	10,678	1	,001		
Anzahl der gültigen Fälle	75				

a. 0 Zellen (,0%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist 14,96.

b. Wird nur für eine 2x2-Tabelle berechnet

Tabelle 4.1.4.3/2: Chiquadrattest Sohllage gegen Faktoren.

Der Chiquadrattest liefert zwar auch in diesem Fall ein signifikantes Ergebnis, eine weitergehende Interpretation kann aufgrund der Residuen kleiner als 2 nicht gemacht werden.

4.1.4.4. Zusammenhang Bohrlochtiefe und Faktoren

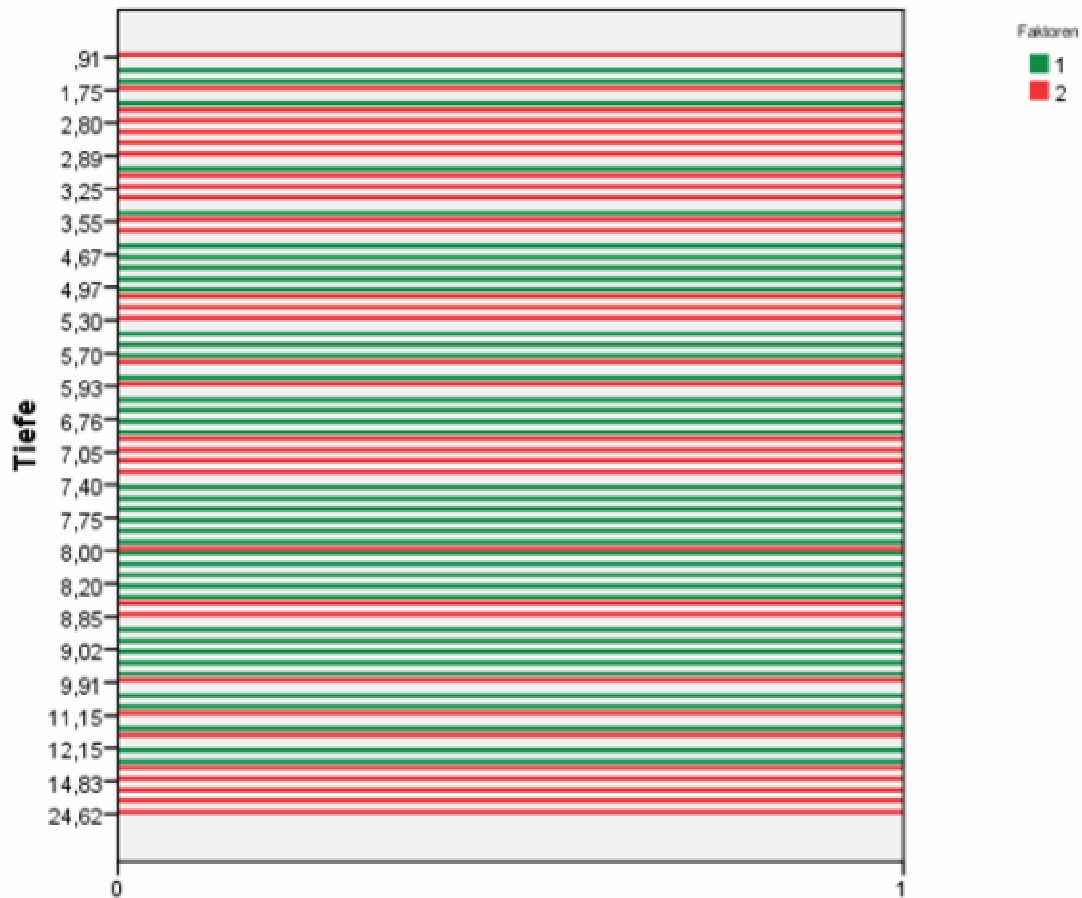


Abbildung 4.1.4.4/1: Bohrlochtiefe und Faktoren

Wie aus der Abbildung ersichtlich ist, kann keine systematische Zuordnung der Faktoren zu geringer oder großer Bohrlochtiefe gemacht werden. Die Faktoren verteilen sich, als Cluster gruppiert, zufällig über die unterschiedlichen Tiefen.

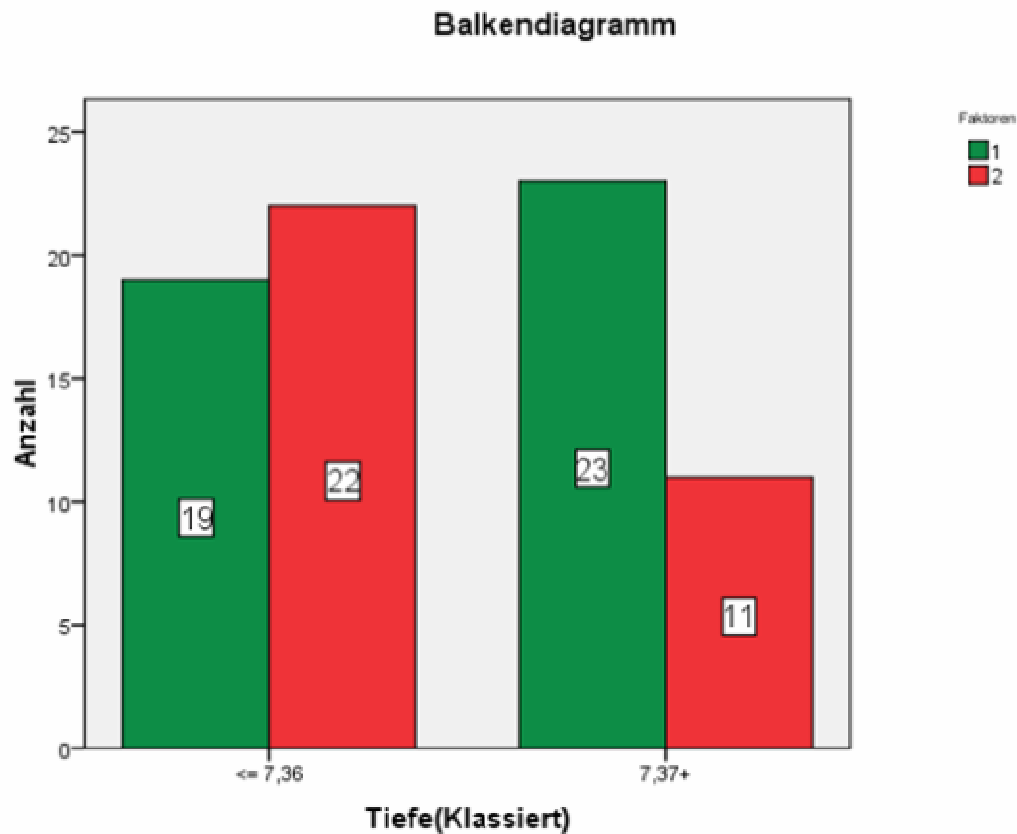


Abbildung 4.1.4.4/2: Faktoranteile für hohe bzw. geringe Bohrlochtiefe.

Als Trennwert hoch gegen niedrig wurde 7,36 gewählt, der Wert, der die Bohrlochtiefe im Verhältnis 50% zu 50% teilt.

Bedeutung der Balken:

Messstellen mit niedriger Bohrlochtiefe sind 22 mal mit Faktor 2 assoziiert und 19 mal mit Faktor 1. Hohe Bohrlochtiefe tritt bei 23 Faktor 1 Messstellen auf und 11 mal bei Faktor 2 Messstellen.

Tiefe(Klassiert) * Faktoren Kreuztabelle

			Faktoren		
			1	2	Gesamt
Tiefe(Klassiert)	<= 7,36	Anzahl	19	22	41
		Erwartete Anzahl	23,0	18,0	41,0
		Standardisierte Residuen	-,8	,9	
	7,37+	Anzahl	23	11	34
		Erwartete Anzahl	19,0	15,0	34,0
		Standardisierte Residuen	,9	-1,0	
	Gesamt	Anzahl	42	33	75
		Erwartete Anzahl	42,0	33,0	75,0

Tabelle 4.1.4.4/1: Kreuztabelle Bohrlochtiefe gegen Faktoren.

Erste und zweite Zeile der Tabelle zeigen wieder die beobachteten und erwarteten Fälle. Die standardisierten Residuen liegen zum Teil schon unter 1.

Chi-Quadrat-Tests

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (1-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	3,424 ^a	1	,064	,101	,052
Kontinuitätskorrektur ^b	2,614	1	,106		
Likelihood-Quotient	3,465	1	,063		
Exakter Test nach Fisher					
Zusammenhang linear-mit-linear	3,378	1	,066		
Anzahl der gültigen Fälle	75				

a. 0 Zellen (0%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist 14,96.

b. Wird nur für eine 2x2-Tabelle berechnet

Tabelle 4.1.4.4/2: Chiquadrattest Bohrlochtiefe gegen Faktoren.

Der Chiquadrattest bestätigt die Erwartung, dass kein systematischer Zusammenhang zwischen Bohrlochtiefe und Faktorenhäufigkeit gegeben ist. Die Anordnung ist zufalls bedingt erklärbar.

4.1.4.5. Zusammenhang Wassersäule und Faktoren

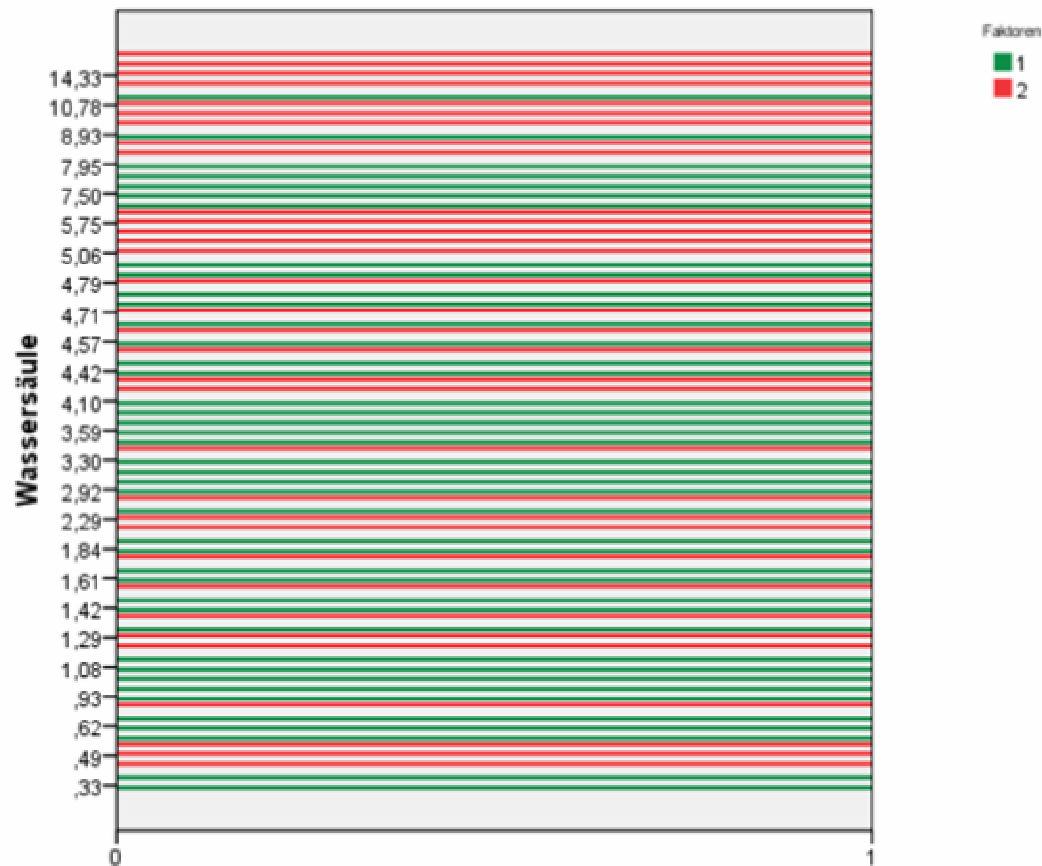


Abbildung 4.1.4.5/1: Wassersäule und Faktoren

Wie aus der Abbildung ersichtlich, ist auch hier kein systematischer Zusammenhang zwischen Faktoren und Wassersäule zu erwarten. Die Faktoren verteilen sich unregelmäßig über die unterschiedlichen Ausprägungen der Variable Wassersäule.

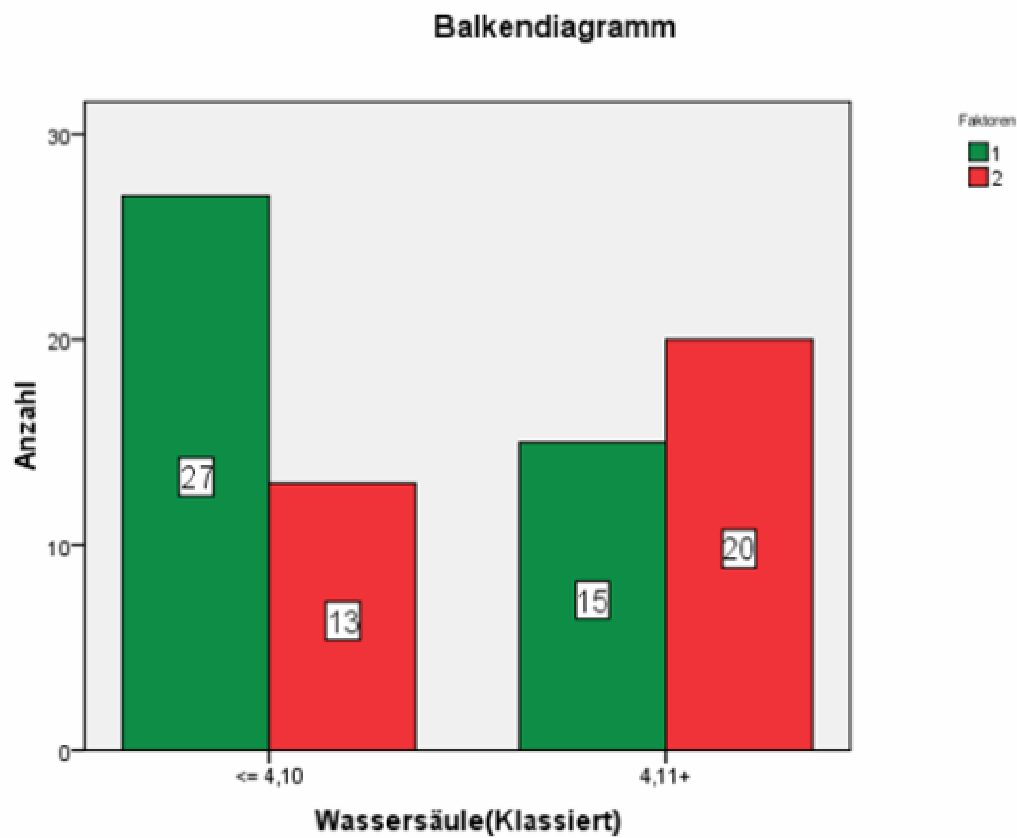


Abbildung 4.1.4.5/2: Faktoranteile für hohe bzw. niedrige Wassersäule.

Als Trennwert hoch gegen niedrig wurde 4,10 gewählt, der Wert, der die Wassersäule im Verhältnis 50% zu 50% teilt.

Bedeutung der Balken:

Auf Messstellen mit niedriger Wassersäule findet sich 27 mal der Faktor 1 und 13 mal der Faktor 2. Hohe Wassersäule tritt bei 15 Faktor 1 Messstellen und bei 20 Faktor 2 Messstellen auf.

Wassersäule(Klassiert) * Faktoren Kreuztabelle

			Faktoren		
			1	2	Gesamt
Wassersäule(Klassiert)	<= 4,10	Anzahl	27	13	40
		Erwartete Anzahl	22,4	17,6	40,0
		Standardisierte Residuen	1,0	-1,1	
	4,11+	Anzahl	15	20	35
		Erwartete Anzahl	19,6	15,4	35,0
		Standardisierte Residuen	-1,0	1,2	
	Gesamt	Anzahl	42	33	75
		Erwartete Anzahl	42,0	33,0	75,0

Tabelle 4.1.4.5/1: Kreuztabelle Wassersäule gegen Faktoren.

Erste und Zweite Zeile der Tabelle zeigen wieder die beobachteten und erwarteten Fälle. Die standardisierten Residuen liegen um den Wert 1.

Chi-Quadrat-Tests

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (1-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	4,601 ^a	1	,032	,038	,028
Kontinuitätskorrektur ^b	3,655	1	,056		
Likelihood-Quotient	4,639	1	,031		
Exakter Test nach Fisher					
Zusammenhang linear-mit-linear	4,539	1	,033		
Anzahl der gültigen Fälle	75				

a. 0 Zellen (,0%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist 15,40.

b. Wird nur für eine 2x2-Tabelle berechnet

Tabelle 4.1.4.5/2: Chiquadrattest Wassersäule gegen Faktoren.

Auch hier zeigt der Chiquadrattest, dass kein systematischer Zusammenhang zwischen Wassersäule und Faktorenhäufigkeit gegeben ist. Die Anordnung ist durch Zufall erklärbar.

4.1.4.6. Zusammenhang Grundwasserspiegelmittelwerte und Faktoren

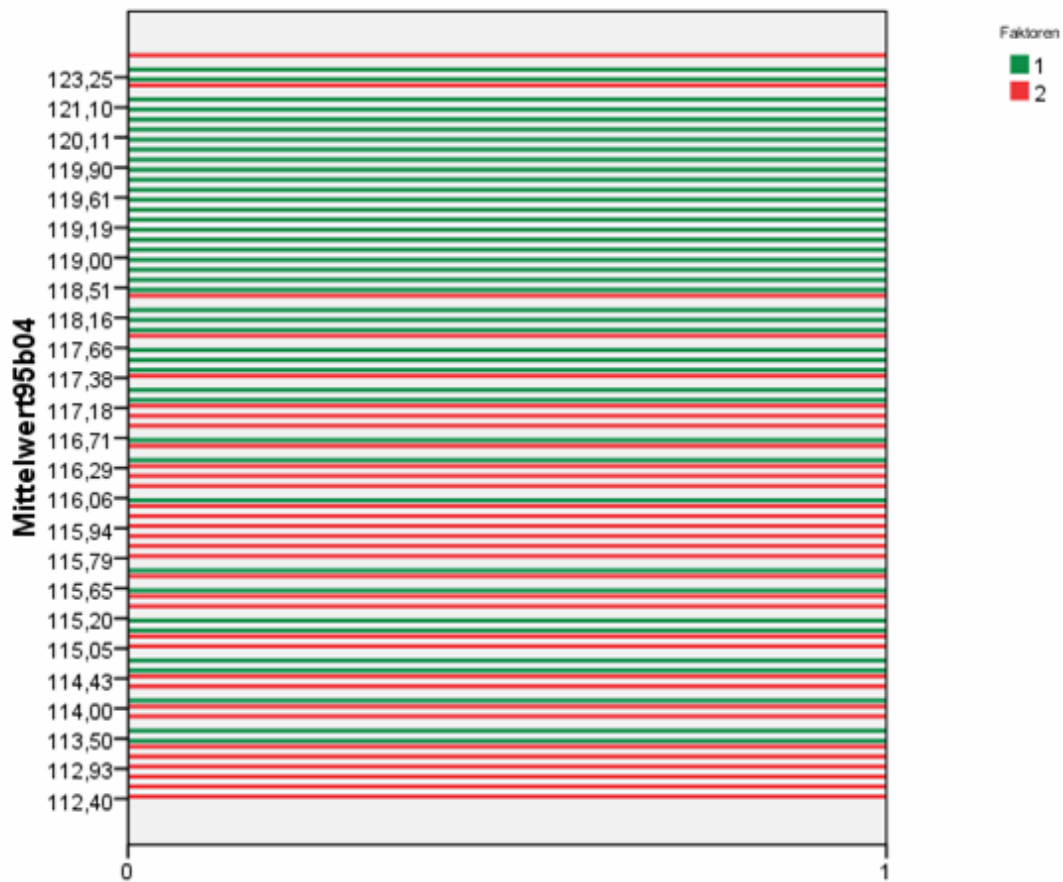


Abbildung 4.1.4.6/1: Grundwasserspiegelmittelwerte und Faktoren, grün Faktor 1 Messstellen, rot Faktor 2 Messstellen.

Faktor 1 Messstellen sind vor allem mit hohen Grundwassermittelwerten verbunden, Faktor 2 Messstellen mit niedrigeren. Auffällig ist, dass dabei die Faktor 1 Messstellen auf hohem Niveau ein homogenes Paket ausbilden. Niedrige Grundwasserspiegelmittelwerte sind vornehmlich Faktor 2 Messstellen zuzuordnen, werden aber auch von Faktor 1 Messstellen durchsetzt.

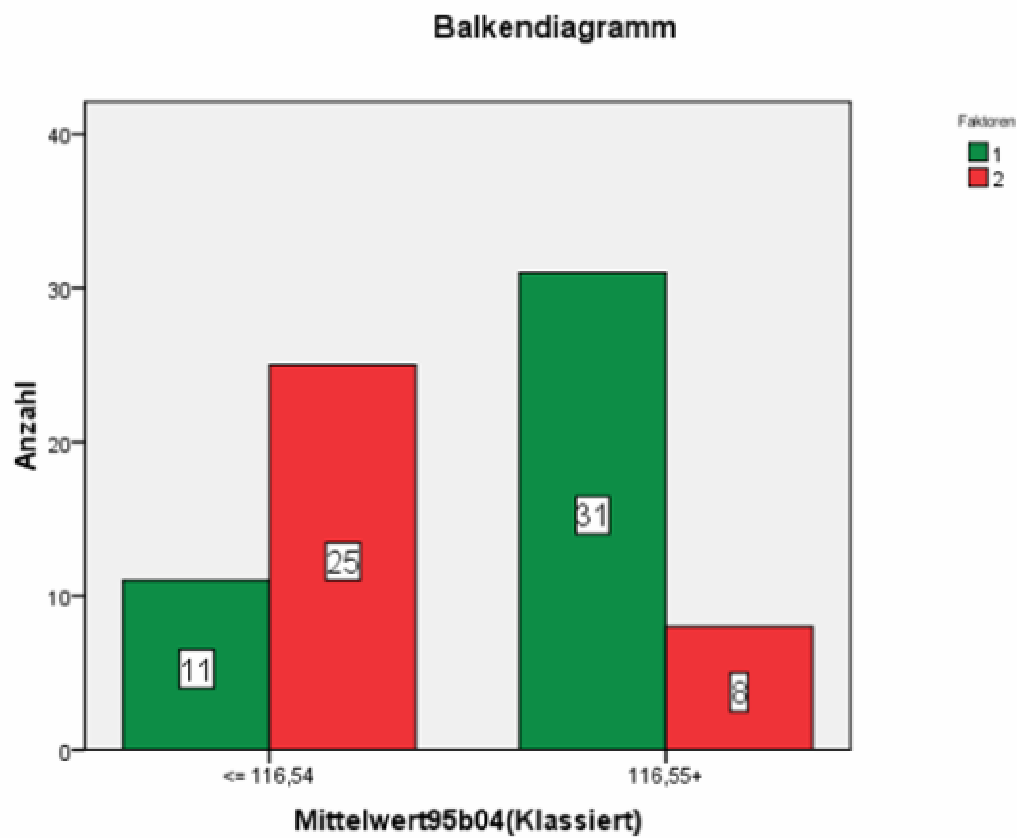


Abbildung 4.1.4.6/2: Faktoranteile für niedrige und hohe Grundwasserspiegelmittelwerte

Als Trennwert hoch gegen niedrig wurde 116,54 gewählt, der Wert, der die Höhenanteile im Verhältnis 50% zu 50% teilt.

Bedeutung der Balken:

Niedrige Mittelwerte werden 25 mal dem Faktor 2 zugeordnet und 11 mal dem Faktor 1, hohe Mittelwerte 31 mal dem Faktor 1 und 8 mal dem Faktor 2.

Mittelwert95b04(Klassiert) * Faktoren Kreuztabelle

			Faktoren		
			1	2	Gesamt
Mittelwert95b04 (Klassiert)	<= 116,54	Anzahl	11	25	36
		Erwartete Anzahl	20,2	15,8	36,0
		Standardisierte Residuen	-2,0	2,3	
	116,55+	Anzahl	31	8	39
		Erwartete Anzahl	21,8	17,2	39,0
		Standardisierte Residuen	2,0	-2,2	
	Gesamt	Anzahl	42	33	75
		Erwartete Anzahl	42,0	33,0	75,0

Tabelle 4.1.4.6/1: Kreuztabelle Grundwasserspiegelmittelwerte und Faktoren.

Bedeutsam ist hier wieder die Ausprägung der standardisierten Residuen; mit Absolutbetrag größer als 2 können auch wieder die Zellinhalte sinnvoll interpretiert werden.

Chi-Quadrat-Tests

	Wert	df	Asymptotisch e Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (2- seitig)	Exakte Signifikanz (1- seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	18,190 ^a	1	,000	,000	,000
Kontinuitätskorrektur ^b	16,259	1	,000		
Likelihood-Quotient	18,994	1	,000		
Exakter Test nach Fisher					
Zusammenhang linear- mit-linear	17,948	1	,000		
Anzahl der gültigen Fälle	75				

a. 0 Zellen (0%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist 15,84.

b. Wird nur für eine 2x2-Tabelle berechnet

Tabelle 4.1.4.6/2: Chiquadrattest Grundwasserspiegelmittelwert und Faktoren.

Der Test ist mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von <0,000 signifikant. Auch die Aufteilung auf die jeweiligen Zellen ist unter Zufallsbedingungen sehr unwahrscheinlich.

4.1.4.7. Zusammenhang Grundwasserspiegelschwankungen und Faktoren

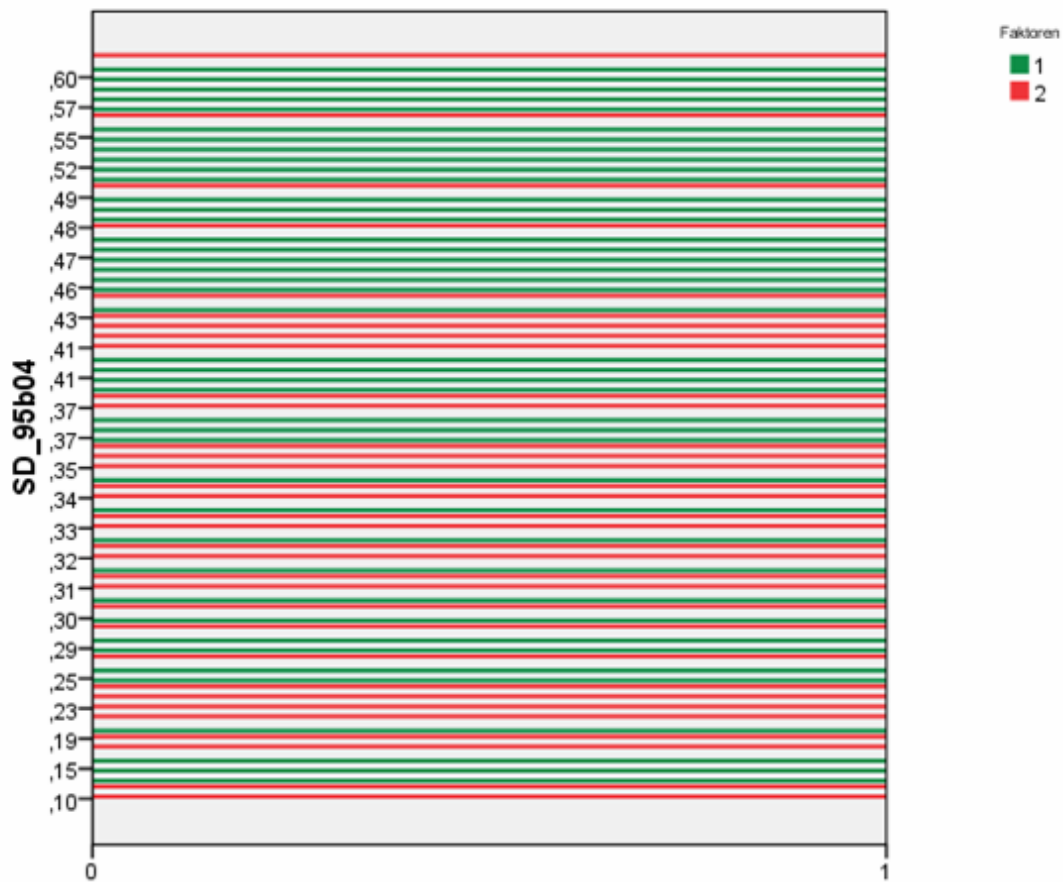


Abbildung 4.1.4.7/1: Grundwasserspiegelschwankungen und Faktoren, grün Faktor 1 Messstellen, rot Faktor 2 Messstellen.

Aus der Abbildung ist ersichtlich, dass von starken Schwankungen des Grundwasserspiegels stärker die Faktor 1 Messstellen betroffen sind als die Faktor 2 Messstellen.

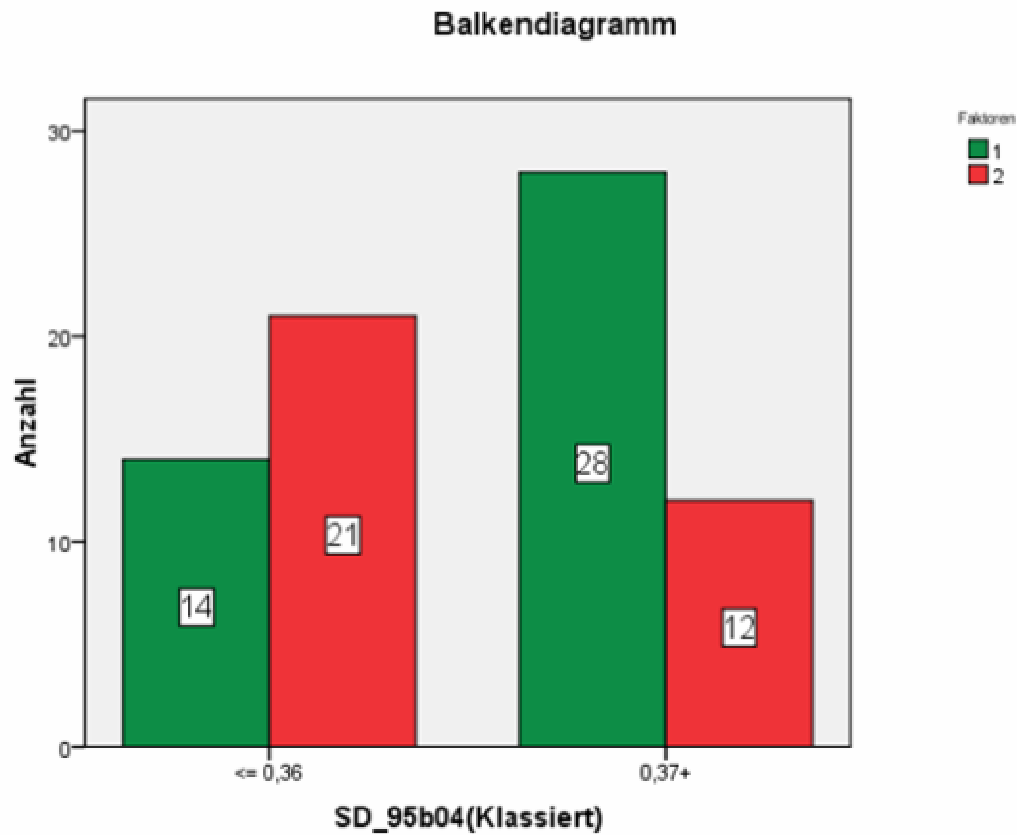


Abbildung 4.1.4.7/2: Faktoranteile für niedrige und hohe Grundwasserspiegelschwankungen. (SD = Standardabweichung, ein Mittelwert von 1995 bis 2004; 0,36 bedeutet, die durchschnittlichen Abweichungen vom Mittelwert betragen 0,36 m)

Als Trennwert hoch gegen niedrig wurde 0,36 gewählt, der Wert, der die Standardabweichungen im Verhältnis 50% zu 50% teilt.

Bedeutung der Balken:

Niedrige Mittelwerte werden 21 mal dem Faktor 2 zugeordnet und 14 mal dem Faktor 1, hohe Mittelwerte 28mal dem Faktor 1 und 12 mal dem Faktor 2.

SD_95b04(Klassiert) * Faktoren Kreuztabelle

			Faktoren		
			1	2	Gesamt
SD_95b04(Klassiert)	<= 0,36	Anzahl	14	21	35
		Erwartete Anzahl	19,6	15,4	35,0
		Standardisierte Residuen	-1,3	1,4	
	0,37+	Anzahl	28	12	40
		Erwartete Anzahl	22,4	17,6	40,0
		Standardisierte Residuen	1,2	-1,3	
	Gesamt	Anzahl	42	33	75
		Erwartete Anzahl	42,0	33,0	75,0

Tabelle 4.1.4.7/1: Kreuztabelle Grundwasserspiegelschwankungen gegen Faktoren.

Die standardisierten Residuen liegen alle unter dem Absolutbetrag von 2, was bedeutet, dass die Abweichungen der beobachteten Werte von den erwarteten Werten auch zufallsbedingt zu erwarten sind.

Chi-Quadrat-Tests

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (1-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	6,818 ^a	1	,009	,011	,008
Kontinuitätskorrektur ^b	5,655	1	,017		
Likelihood-Quotient	6,910	1	,009		
Exakter Test nach Fisher					
Zusammenhang linear mit linear	6,727	1	,009		
Anzahl der gültigen Fälle	75				

a. 0 Zellen (0%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist 15,40.

b. Wird nur für eine 2x2-Tabelle berechnet

Tabelle 4.1.4.7/2: Chiquadrattest Grundwasserspiegelschwankungen und Faktoren.

Obwohl der Test über die Gesamttabelle Signifikanz ergibt, können die Abweichungen der beobachteten von den erwarteten Werten in den einzelnen Zellen nicht als statistisch bedeutsam angesehen werden. Ursache hierfür, die standardisierten Residuen sind alle kleiner als absolut 2.

4.1.5. Weitere Charakteristika der Faktoren 1 und 2

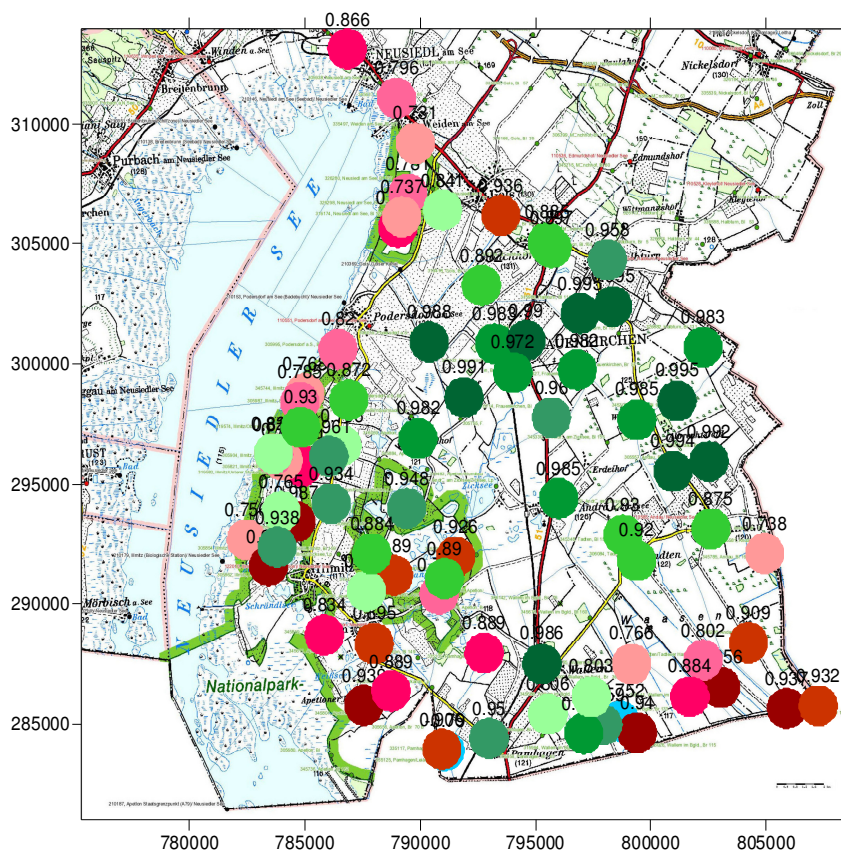


Abbildung 4.1.5/1: Regionale Verteilung der Faktoren

Charakteristik des 1. Faktors

Aus den bisherigen Auswertungen ergibt sich, dass Faktor 1 Messstellen bevorzugt dem zentralen Seewinkel angehören, dass es sich dabei vor allem um tiefere Grundwasser handelt und aus der Analyse der Ganglinien (siehe nächste Seite) ist weiter ersichtlich, dass diese Grundwässer sich über die Zeit relativ langsam ändern und daher als langwellig bezeichnet werden können. (siehe nächste Seite)

Charakteristik des 2. Faktors

Neben der Messstellenverteilung im Randbereich des Seewinkels und der bevorzugten Zugehörigkeit zu seichten Grundwässern, ist hier eine schnelle Änderung der Ganglinien charakteristisch. Daher die Bezeichnung kurzweilige Ganglinien (siehe nächste Seite).

Gegenüberstellung Faktor 1 und Faktor 2 Grundwasserganglinien

In dieser Abbildung wird deutlich, dass sich die Grundwasserganglinien je nach Faktorzugehörigkeit unterschiedlich verhalten. Faktor 1 Ganglinien zeigen einen ruhigen Verlauf, Faktor 2 Ganglinien zeigen schnelle Änderungen bzw. spitzere Amplituden.

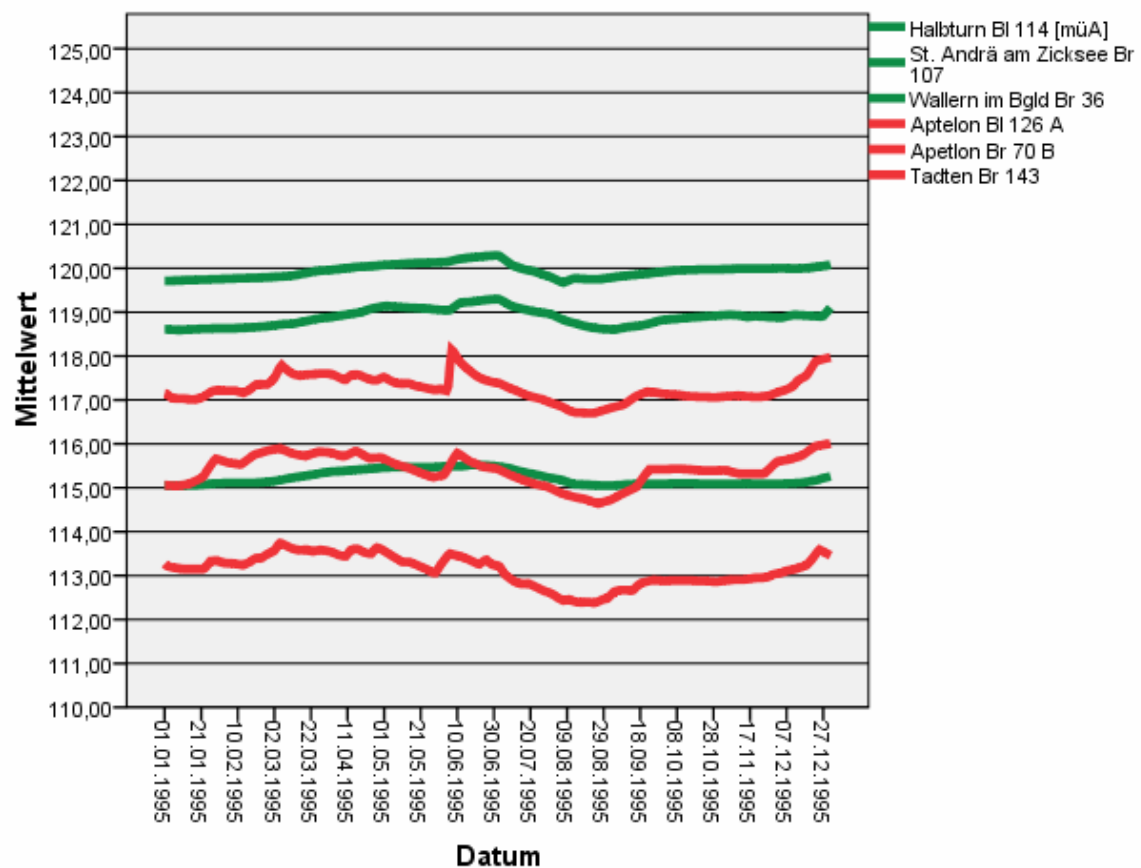


Abbildung 4.1.5/2: 3 Grundwasserganglinien je Faktor.
Grüne Linien, langwellige tiefe, Faktor 1 Ganglinien
Rote Linien, kurzwellige seichte, Faktor 2 Ganglinien

Zum Beispiel Grundwasserspiegel mit ca. 115 müA in obiger Abbildung: Die zwei Ganglinien mit einer Höhe von ca. 115 m gehören unterschiedlichen Faktoren an. Also gleiche Grundwasserhöhe aber unterschiedliche Faktoren, verursacht durch unterschiedlich hohe Überdeckung bzw. unterschiedlichem Flurabstand.

4.2. Grundwasserganglinien an ausgewählten Beispielen

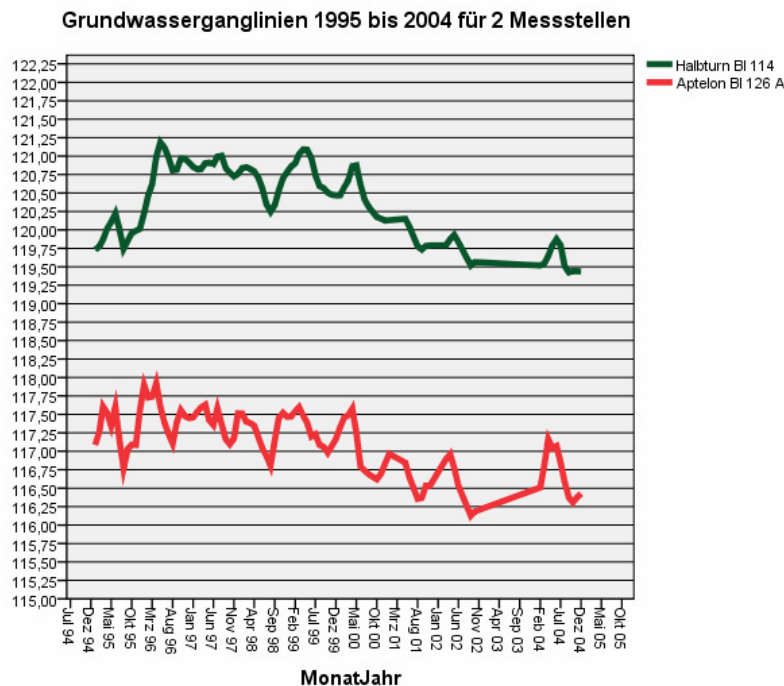


Abbildung 4.2/1: Auswahl zweier Grundwasserganglinien von 1995 bis 2004

In diesem Diagramm sind für zwei Messstellen, die je einem Faktor angehören, die Grundwasserganglinien über den Zeitraum von 10 Jahren dargestellt. Der Verlauf zeigt für beide Messstellen einen ähnlichen Trend. Vom Sommer 1995 bis Sommer 1996 kommt es zu einem Anstieg des Grundwasserspiegels. Das Jahr 1997 ist durch geringe Änderung gekennzeichnet. Ab 1998 zeigt sich nach einem kurzen Anstieg ein Abfall, der sich kontinuierlich bis zum Jahr 2004 fortsetzt; vor allem bei den oberflächennahen Grundwässern kommt es im Sommer 2004 nochmals zu einem deutlichen Anstieg.

Messstellenauswahl tiefes vs. oberflächennahes Grundwasser

In diesen Darstellungen sind die Grundwasserganglinie in Zusammenhang mit Geländehöhe und Sohlage dargestellt. In Abbildung 4.2/2 wird der höhere Flurabstand bzw. auch die Variation des Flurabstandes über den Zeitraum der 10 Jahre deutlich. In Abbildung 4.2/3 ist analog dazu die Ganglinie von einer Messstelle mit geringen Flurabstand dargestellt.

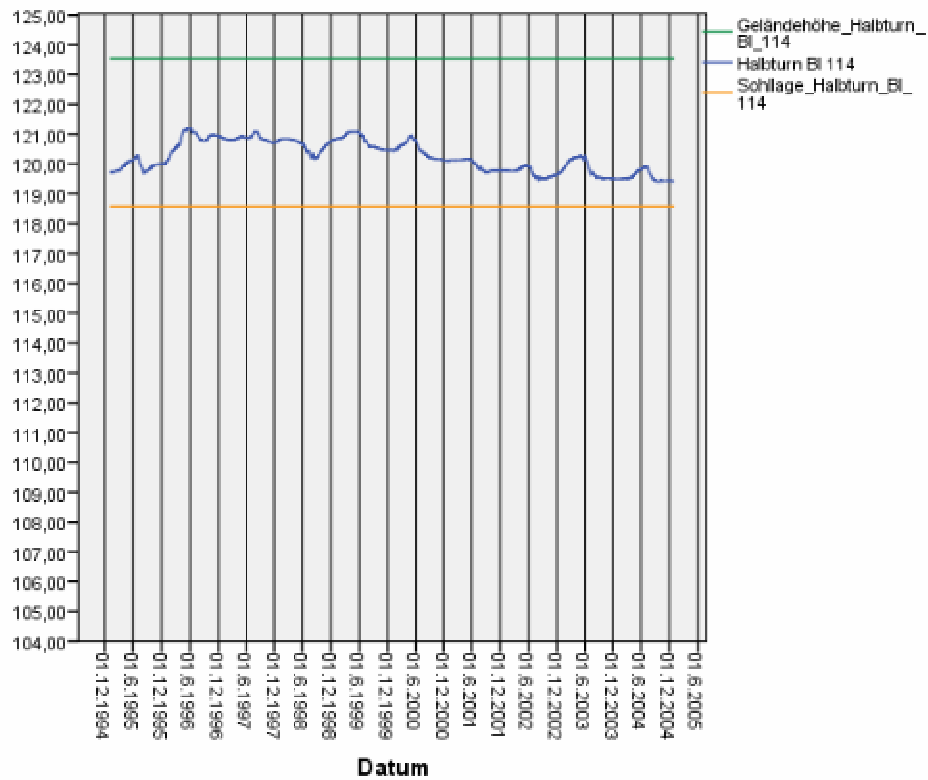


Abbildung 4.2/2: Geländehöhe, Grundwasserganglinien, Sohlage Halbturm Bl 114 (tiefes Grundwasser)

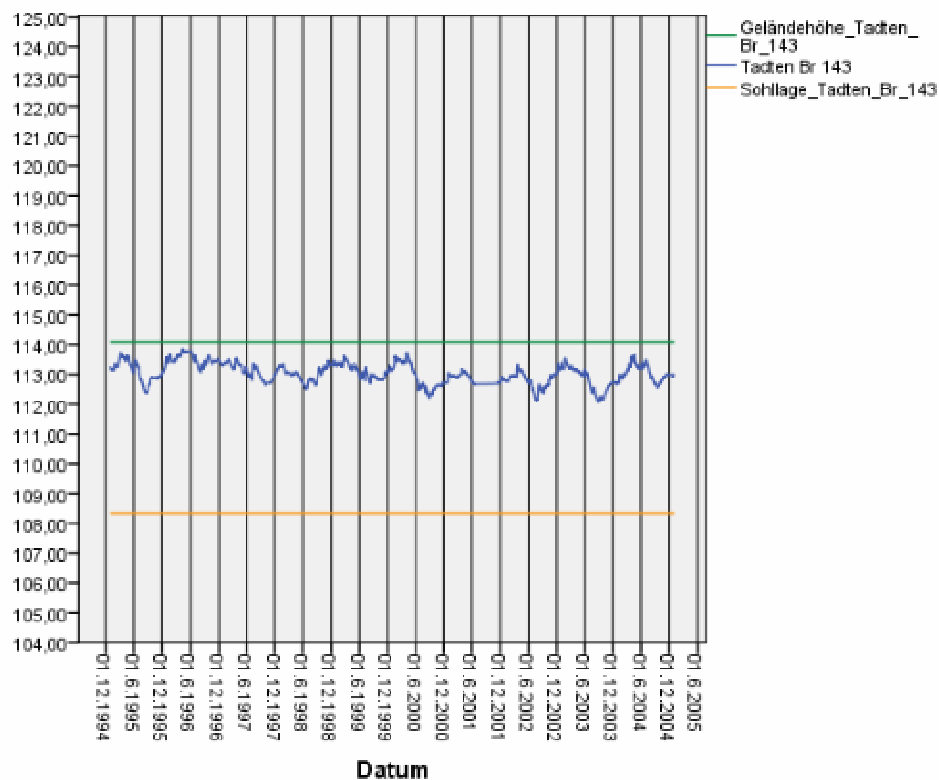


Abbildung 4.2/3: Geländehöhe, Grundwasserganglinien, Sohlage Tadtten Br 143 (oberflächennahes Grundwasser)

Messstellenauswahl in Nord-Südrichtung

In diesen Darstellungen sind 3 Faktor 1 Messstellen in Nord, Südrichtung ausgewählt und die jeweiligen Wassersäulen und Flurabstände graphisch veranschaulicht.

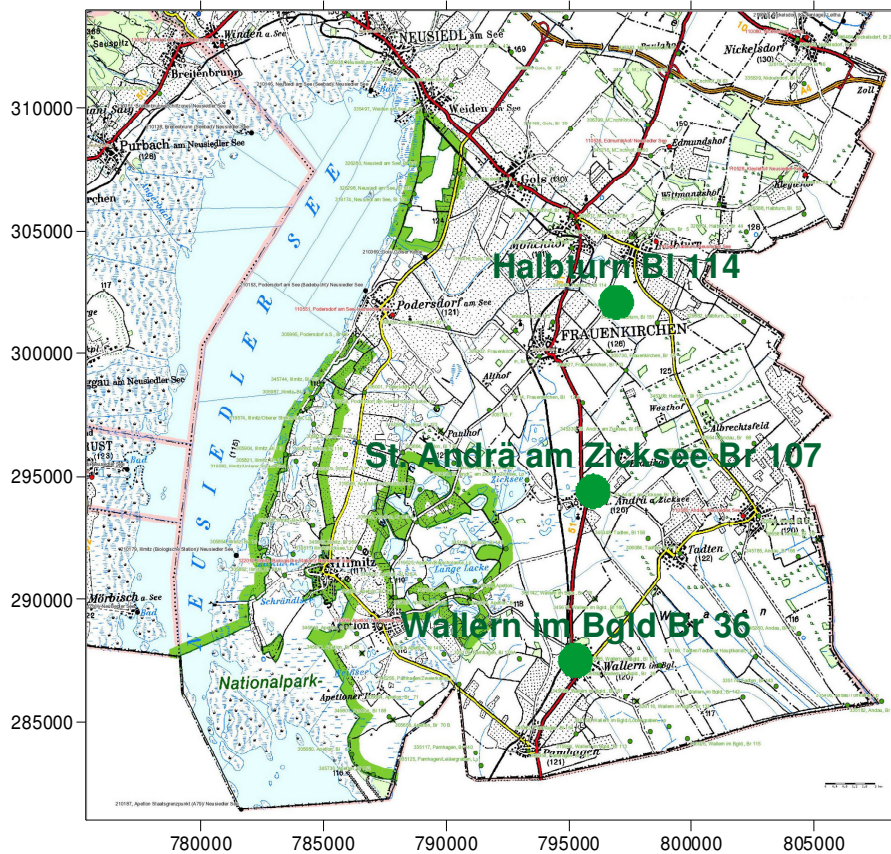


Abbildung 4.2/4: Messstellenauswahl in Nord-Südrichtung

Auswahl von drei Faktor 1 Messstellen in NS Richtung

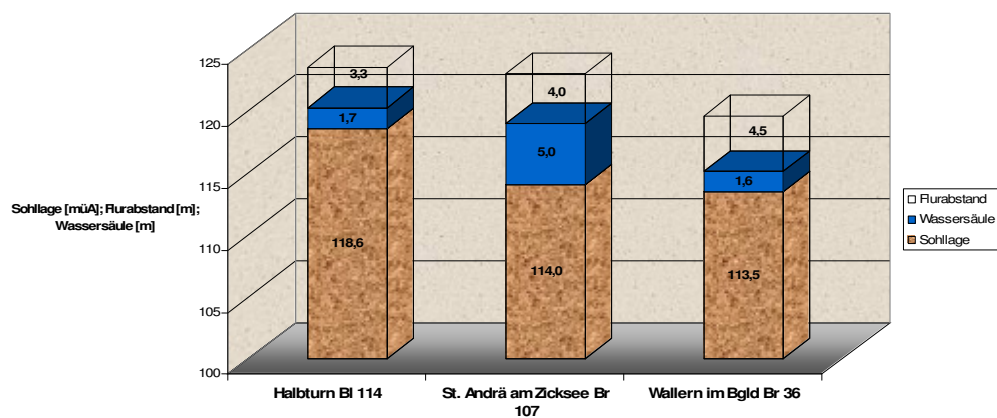


Abbildung 4.2/5: Wassersäulen und Flurabstand in obigen Messstellen

In diesen Darstellungen sind 3 Faktor 2 Messstellen ausgewählt und analog zu den vorangehenden Abbildungen sind Wassersäule und Flurabstand dieser Messstellen visualisiert.

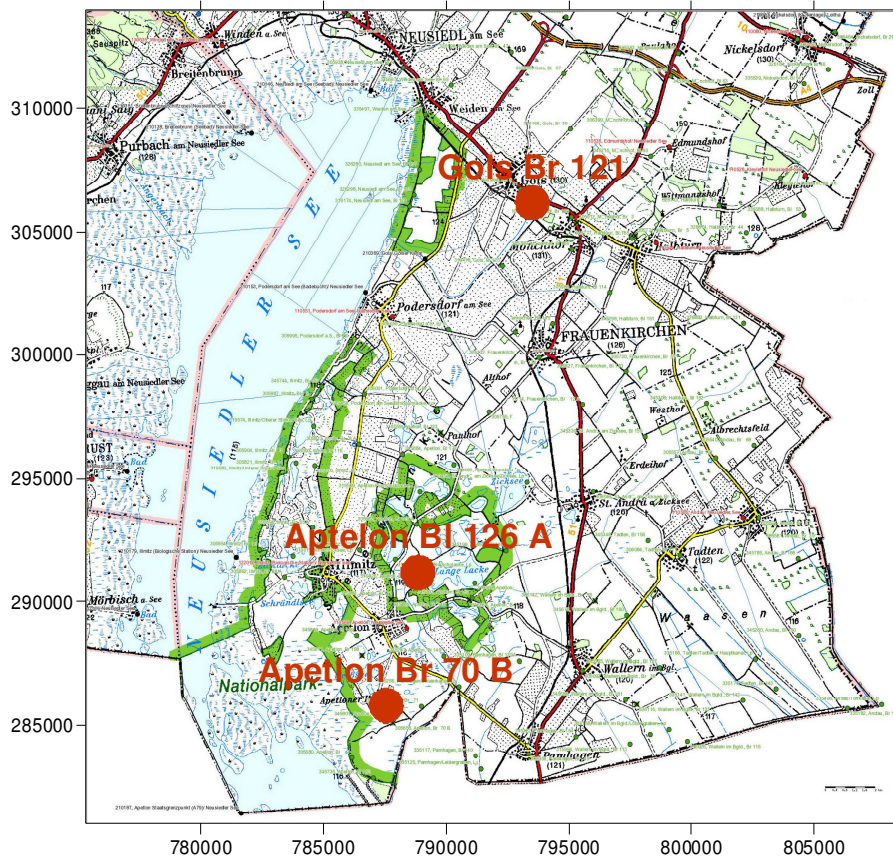


Abbildung 4.2/6: Messstellenauswahl in Nord-Südrichtung

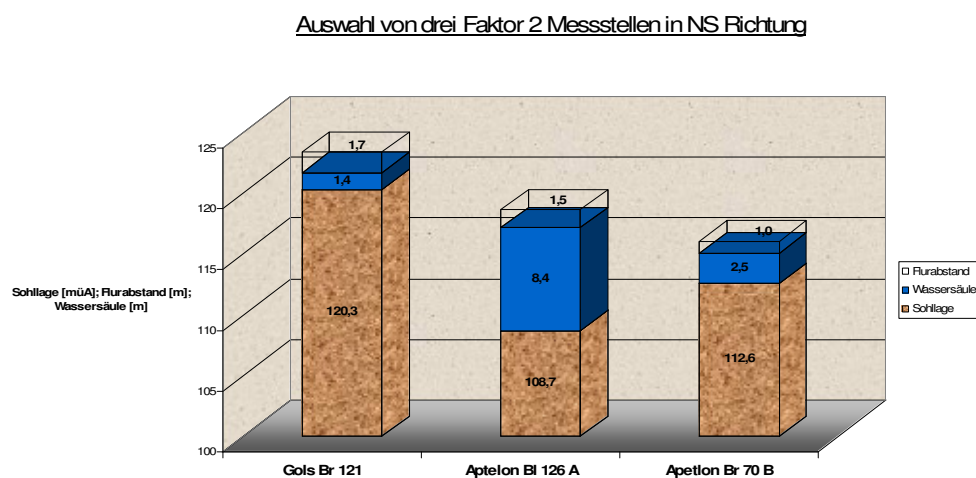


Abbildung 4.2/7: Wassersäulen und Flurabstand in obigen Messstellen

4.3. Analyse der Variation des Grundwasserspiegels unter Einbeziehung von grundwasserfremden Daten

Mit einer weiteren Faktorenanalyse wurde versucht, den Einfluss von Donau, Leitha, Wulka auf die Grundwasservariation im Seewinkel festzustellen. In dieselbe Auswertung gingen auch die Variablen Niederschlag, Luftdruck und die Variation der Neusiedlerseehöhe mit ein.

Von den Messstellen des Seewinkels wurden hier jeweils 3 typische, Faktor 1 und Faktor 2 Messstellen berücksichtigt.

Da bei der Faktorenanalyse nicht die Originaldaten in die Berechnung eingehen, sondern standardisierte Messwerte (z-Transformationen) konnten Variable mit unterschiedlichen Einheiten verwendet werden.

Grundwasserspiegel: müA

Seehöhe: m

Luftdruck: hP

Abflussmenge: m³/sek

4.3.1. Ergebnis der 2. Faktorenanalyse

In Tabelle 4.3.1/1 sind die Korrelationen der berücksichtigten Variablen mit den extrahierten Faktoren wiedergegeben. Wie im nachfolgenden Kapitel begründet wird, wurden 5 Faktoren extrahiert. Dies Faktoren entsprechen im wesentlichen, den zwei Faktoren der ersten Faktorenanalyse, den Luftdruck und den Niederschlag sowie den Fliessgewässern. Die Seehöhe des Neusiedlersees wird den Grundwasserfaktoren der ersten Auswertung zugeordnet.

Rotierte Komponentenmatrix^a

	Komponente				
	1	2	3	4	5
Tadten Br 143	,912	,240	,057	-,039	,092
Illmitz Br 65 A	,896	-,152	,053	-,041	,163
Podersdorf am See Birnbäumlacke 40	,829	,098	,084	,042	-,001
NSee_Stand_Mörbisch	,757	,503	-,037	,029	,236
NSee_Stand_Neusiedl	,672	,604	-,135	,021	,155
Halbturn Bl 114 [müA]	-,115	,931	-,065	,023	,176
Frauenkirchen Blt 145	,210	,917	-,060	,015	,223
Andau Br 68	,359	,894	-,066	,020	,174
Neusiedl_druckmit	-,008	-,060	,989	-,102	-,050
Andau_druckmit	,003	-,072	,988	-,105	-,057
Illmitz_druckmit	,115	-,074	,972	-,097	-,056
Andau_nied	-,002	,010	-,086	,936	,075
Illmitz_nied	,038	,033	-,087	,929	,012
Neusiedl_nied	-,030	,008	-,107	,909	,025
W_Kubikmeter_Wildungs	-,047	,369	-,068	,076	,769
QLeithaNickelsdorf	,223	,470	-,107	-,018	,723
QWulkaSchützen	,398	,010	-,029	,068	,612

Extraktionsmethode: Hauptkomponentenanalyse.
 Rotationsmethode: Varimax mit Kaiser-Normalisierung.

a. Die Rotation ist in 6 Iterationen konvergiert.

Tabelle 4.3.1/1: Faktorenanalyse unter Einbeziehung Grundwasserfremder Daten.

4.3.2. Anzahl der extrahierten Faktoren

Wie im Kapitel zur 1. Faktorenanalyse beschrieben, wird auch hier ein Screeplot zur Entscheidung herangezogen, wie viele Faktoren extrahiert werden sollen. Obwohl hier im Plot zwei Knicke feststellbar sind, ist aus inhaltlichen Gründen die Entscheidung für fünf zu extrahierenden Faktoren am sinnvollsten; dies ist auch mit der Forderung Eigenwert > 1 noch vertretbar.

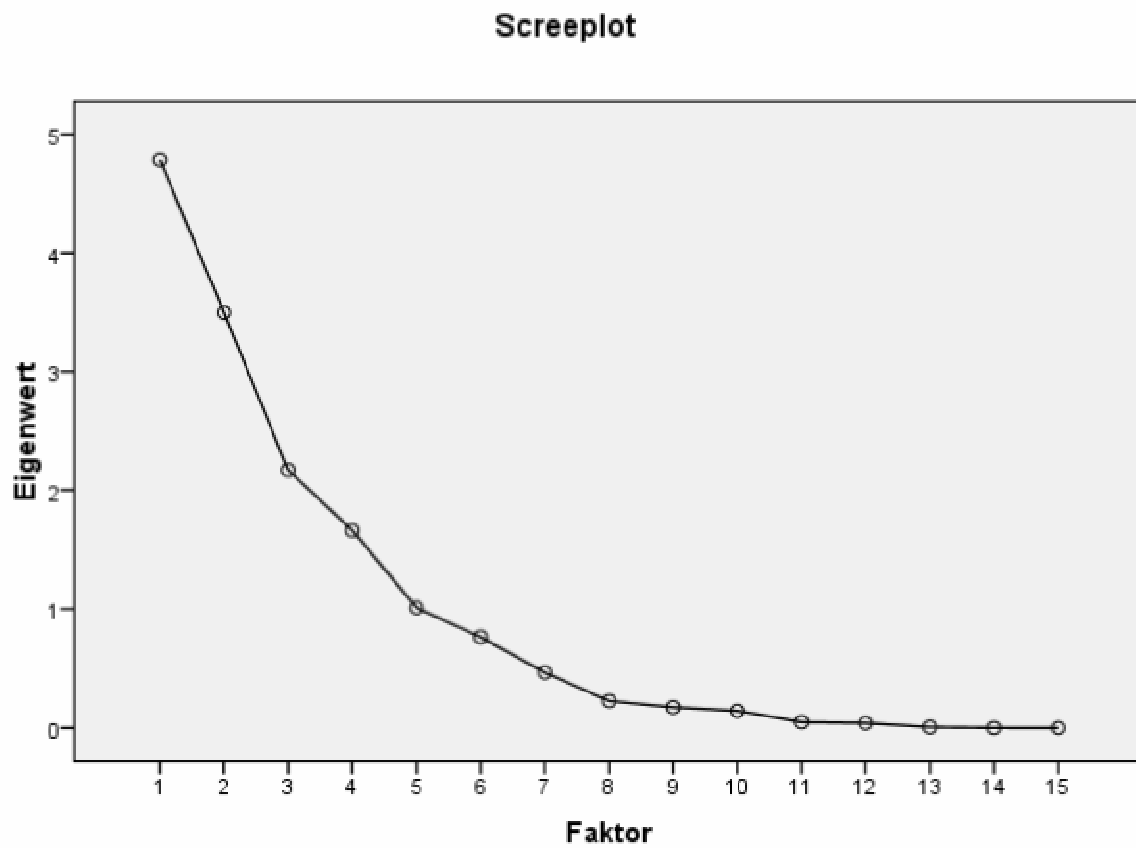


Abbildung 4.3.2/1: Screeplot der extrahierten Faktoren, als Entscheidungshilfe für die Anzahl der extrahierten Faktoren.

Durch die vorherige Auswertung wurden keine neuen Zusammenhänge sichtbar. Die zuvor gefundenen Faktoren für die hier einbezogenen Grundwassermessstellen bestätigen sich aber auch in dieser Auswertung. Die entsprechenden Messstellen liegen auf voneinander unabhängigen Faktoren. Für die Variation des Neusiedlersees wurde kein eigener Faktor extrahiert, sondern dieser korreliert sowohl mit den tiefen als auch mit den seichten Messstellen wenn auch etwas stärker mit den seichten Grundwässern. Sowohl Niederschlag als auch Luftdruck zeigen hier keinen Einfluss auf die Grundwasservariation. Da bei dieser direkten Gegenüberstellung der Variablen Grundwasserstand und Niederschlag kein Zusammenhang festgestellt werden konnte, wurde eine Gegenüberstellung der Grundwasserzeitreihen den

Niederschlagszeitreihen mit unterschiedlichen Verzögerungen ausgewertet.

4.3.3. Niederschlag und Grundwasser

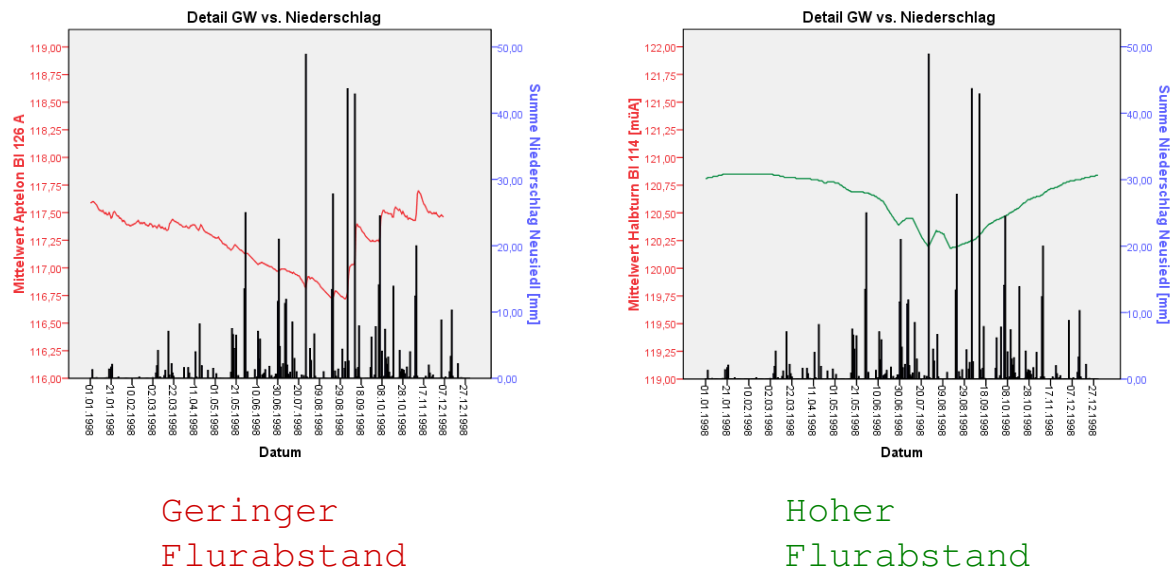


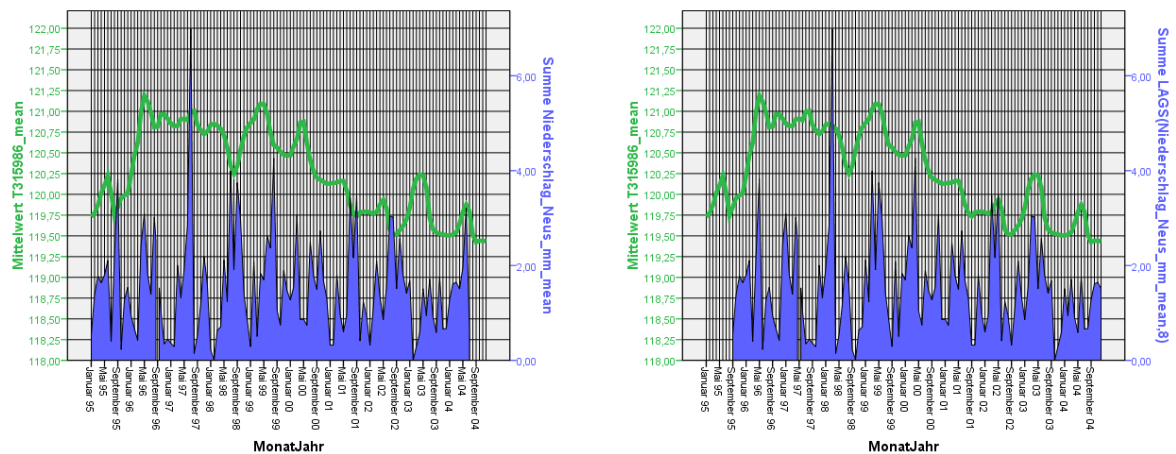
Abbildung 4.3.3/1: Gegenüberstellung der seichten und. tiefen Grundwasser dem Niederschlag aus dem Jahr 1998, anhand von Tagesdaten.

Hier zeigt sich, dass die Grundwassermessstellen mit geringem Flurabstand innerhalb eines Tages auf Niederschlag reagieren. (Unter Umständen wurde dieser Zusammenhang von der Faktorenanalyse deshalb nicht erkannt, weil die Hauptamplitude die Korrelation dominierte). Bei den Messstellen mit hoher Überdeckung bzw. hohem Flurabstand konnte auch hier keine sofortige Reaktion des Grundwassers auf Niederschlag festgestellt werden.

Auswertung tiefe Grundwässer mit Monatsdaten

Stellt man die Niederschlagsdaten, gruppiert nach Monaten, den Monatsganglinien der Grundwasserspiegelstände gegenüber, stellt man fest, dass auch hier keine Korrelation gegeben ist. Vielmehr treten Niederschlagsspitzen zu Zeitpunkten von Grundwassertiefständen auf. Versetzt man aber die Niederschlagskurve um mehrere Monate gegen die Grundwasserkurve, so zeigt sich bei einem Versatz um 8 Monate die beste Überein-

stimmung der Kurven (Abbildung 4.3.3/2). Diese Übereinstimmung wird auch an der Graphik, die das Ergebnis einer durchgeführten Kreuzkorrelation darstellt, sichtbar. Die Signifikanzgrenze wird dabei gerade noch überschritten. (Abbildung 4.3.3/3)



Hoher Flurabstand

Abbildung 4.3.3/2: Niederschlag und Grundwasser synchron und verzögert:

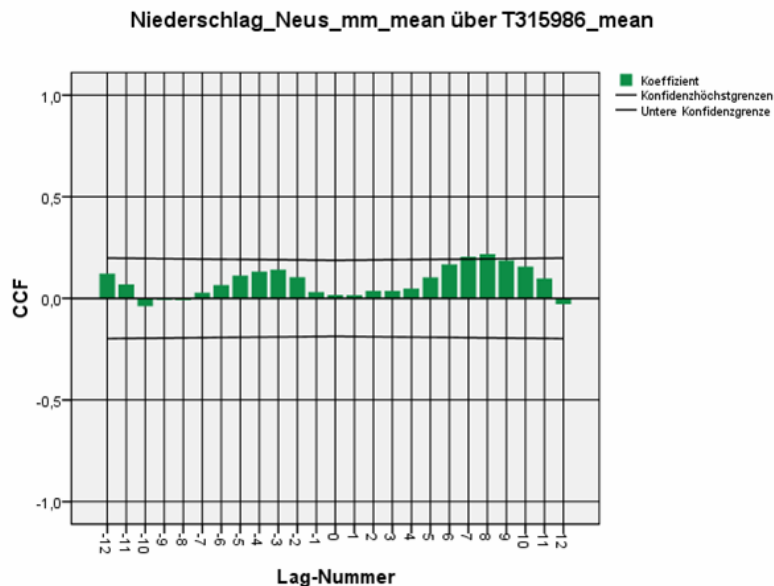


Abbildung 4.3.3/3: Kreuzkorrelation Messstellen mit hohem Flurabstand und Niederschlag

Die Auswertung der seichten Grundwässer mit Monatsdaten brachte keine, der tiefen Grundwässer, vergleichbare Ergebnisse. An der Graphik der Kreuzkorrelation wird deutlich, dass der monatliche Versatz des Niederschlages gegen das Grundwasser nur unsystematische bzw. zufällige Korrelationswerte ergibt, die die Signifikanzgrenze nicht überschreiten.

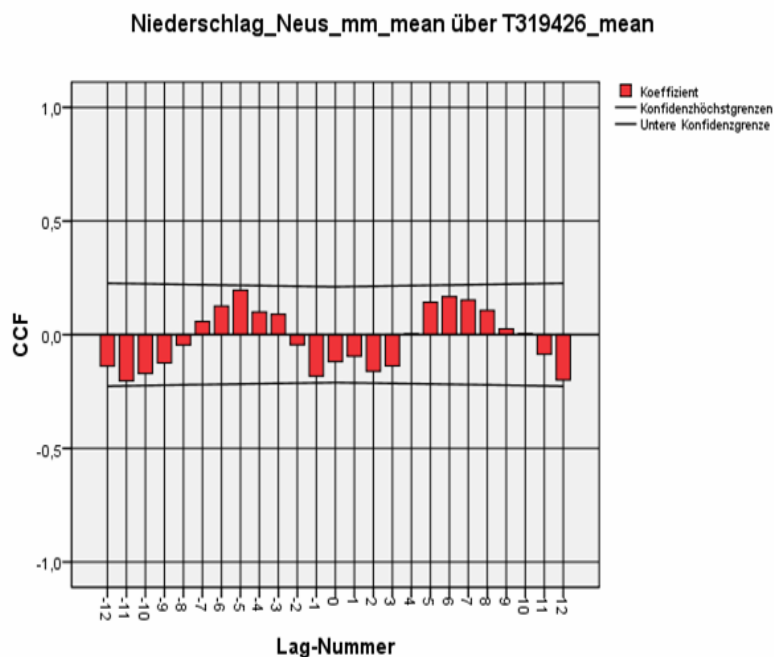


Abbildung 4.3.3/4: Kreuzkorrelation Messstellen mit geringem Flurabstand und Niederschlag

4.3.4. Luftdruck und Grundwasser

Da ursprünglich der Zusammenhang von Luftdruckschwankungen und Grundwasserspiegelschwankungen von besonderem Interesse war, die Faktorenanalyse aber keine Zusammenhänge erbrachte, wird hier diese Fragestellung noch etwas breiter behandelt.

Nachfolgende Abbildung zeigt die Variation des Luftdrucks an der Messstelle Neusiedl am See und die Grundwasserspiegelschwankungen an der GW-Messstelle Halbturm Bl 114. Offensichtlich variieren die beiden Variablen unabhängig voneinander. Die raschen Schwankungen des Luftdrucks beeinflussen den Grundwasserspiegel nicht.

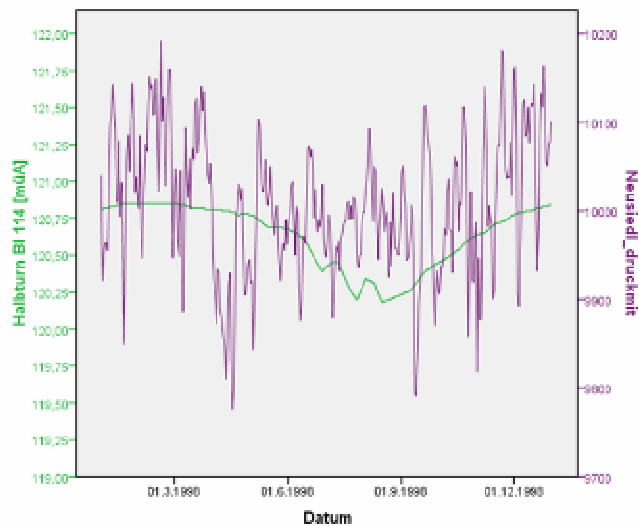


Abbildung 4.3.4/1: Grundwasser- und Luftdruckvariation für 1998 der Messstelle Halbturm Bl 114 und Neusiedl.

Auch an der Messstelle Apetlon Bl 126 A, als Beispiel für "seichte" Messstellen, ist kein Zusammenhang zwischen der Variation von Luftdruck und den Grundwasserspiegelschwankungen feststellbar.

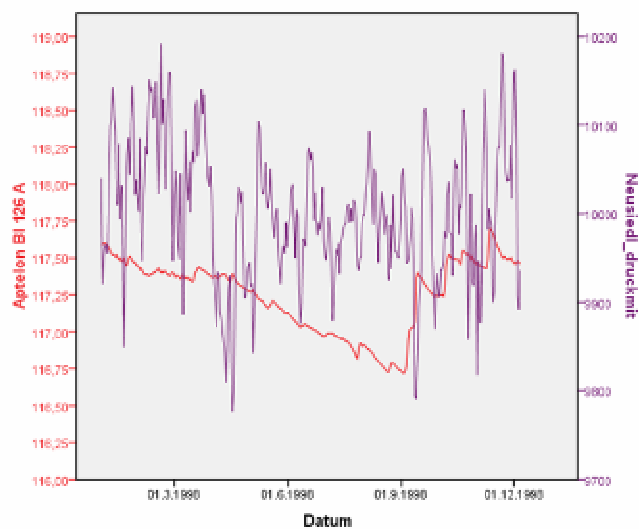


Abbildung 4.3.4/2: Grundwasser- und Luftdruckvariation für 1998 der Messstellen Apetlon Bl 126 A und Neusiedl.

Über den gesamten Beobachtungszeitraum von 1995 bis 2004 zeigt sich, dass der Luftdruck in den Sommermonaten (Mai bis September) geringere Schwankungen aufweist als in den Wintermonaten (Oktober bis April). Die Grundwasserspiegelschwankungen werden auch von diesen längerfristigen Variationen des Luftdrucks sichtlich nicht beeinflusst. (Abbildung 4.3.4/3)

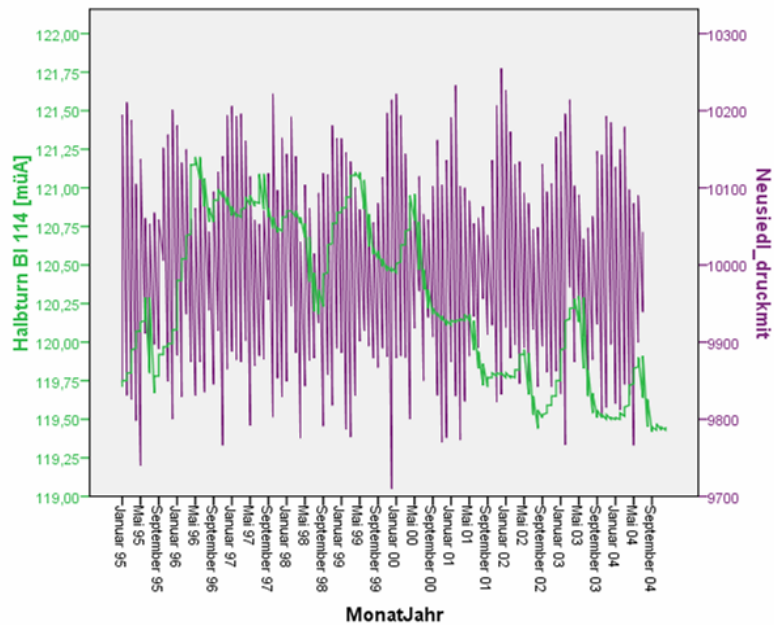


Abbildung 4.3.4/3: Grundwasser- und Luftdruckvariation für den Zeitraum 1995 bis 2004 der Messstelle Halbturm Bl 114 und Neusiedl.

Grundwasserspiegelschwankungen der "seichten" Messstelle Apetlon Bl 126 A und Luftdruckschwankungen, dargestellt durch Daten aus dem Zeitraum 1995 bis 2004. Analog zur vorangehenden Abbildung zeigt sich keine Kovariation der beiden Variablen.

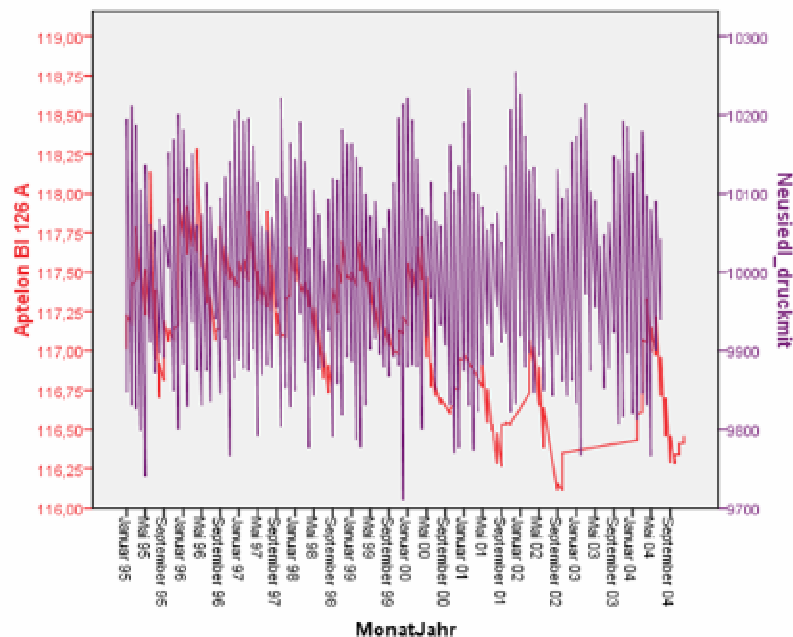


Abbildung 4.3.4/4: Grundwasser- und Luftdruckvariation für den Zeitraum 1995 bis 2004 der Messstelle Apetlon Bl 126 A und Neusiedl.

Als Ergänzung zu vorangehenden Darstellungen sind noch ein Korrelationsdiagramm und die Korrelationskoeffizienten der Variablen Luftdruck und Grundwasserspiegel von den zwei ausgewählten Messstellen angefügt. Die auffällige senkrechte Anordnung der Punkte im Diagramm ergibt sich durch die relativ raschen Luftdruckänderungen bei relativ konstantem Grundwasserspiegel.

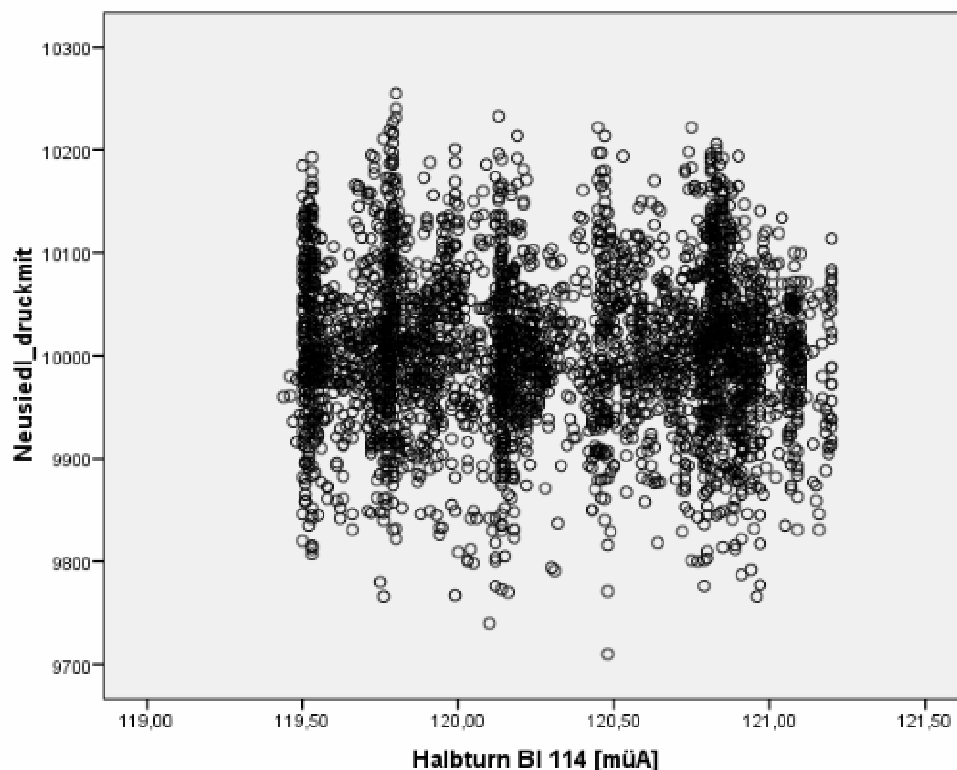


Abbildung 4.3.4/5: Korrelationsdiagramm von Luftdruck in Neu-siedl mit Grundwasserspiegel an der Messstelle Halbturn BI 114.

Korrelationen

		Neusiedl_druckmit	Halbturn BI 114 [müA]
Neusiedl_druckmit	Korrelation nach Pearson	1,000	-,034*
	Signifikanz (2-seitig)		,047
	N	3500	3500
Halbturn BI 114 [müA]	Korrelation nach Pearson	-,034*	1,000
	Signifikanz (2-seitig)	,047	
	N	3500	3653

*. Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,05 (2-seitig) signifikant.

Tabelle 4.3.4/1: Korrelationskoeffizienten für GW und Luftdruck w.o.

Korrelationsdiagramm und Korrelationskoeffizient für die "seichte" Messstelle Apetlon Bl 126 A und Luftdruck:

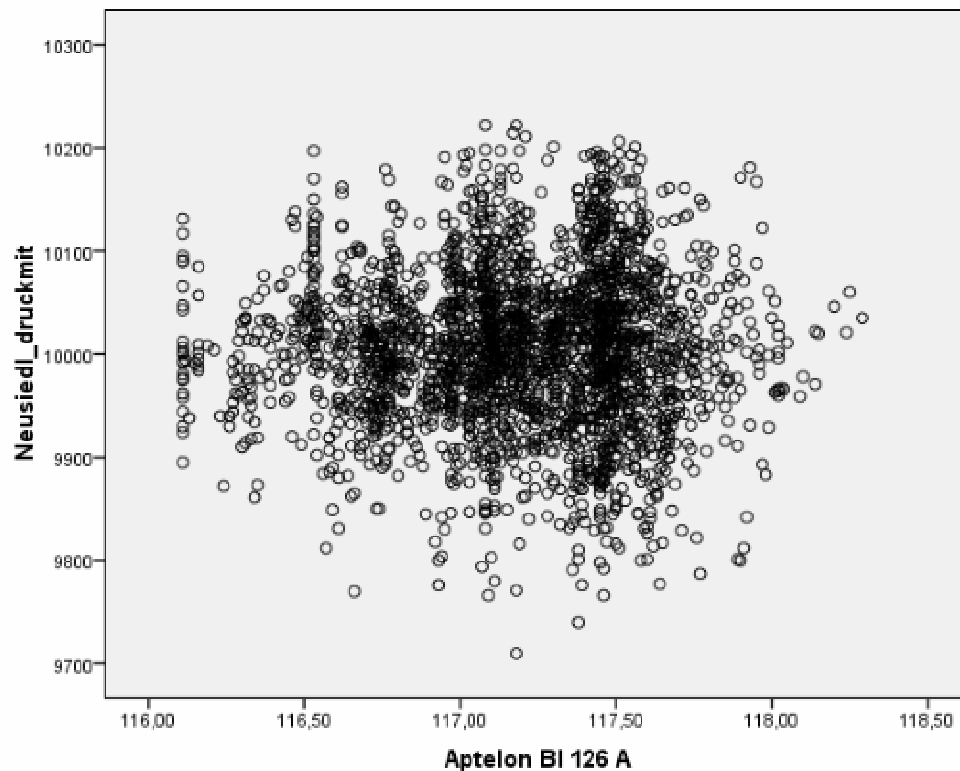


Abbildung 4.3.4/6: Korrelationsdiagramm von Luftdruck in Neu-siedl mit Grundwasserspiegel an der Messstelle Apetlon Bl 126 A.

Korrelationen

		Neusiedl_druckmit	Aptelon BI 126 A
Neusiedl_druckmit	Korrelation nach Pearson	1,000	-,004
	Signifikanz (2-seitig)		,840
	N	3500	2609
Aptelon BI 126 A	Korrelation nach Pearson	-,004	1,000
	Signifikanz (2-seitig)	,840	
	N	2609	2762

Tabelle 4.3.4/2: Korrelationskoeffizienten für GW und Luftdruck w.o.

5. Zusammenfassung und Interpretation

In dieser Zusammenfassung werden die im Kapitel „Fragestellung“ formulierten Fragen, entsprechend den Ergebnissen der Auswertung, kurz zusammengefasst und interpretiert.

5.1. Regionale Variation der Grundwasserspiegelstände

Aufgrund der Isohypsendarstellung zeigt sich, dass der Grundwasserkomplex im Seewinkel von der Parndorfer Platte ausgehend nach Süden geneigt ist; mit 120 müA im Norden und 113 müA im Süden des Seewinkels. Zusätzlich zeigte sich, dass der Grundwasserkomplex im Seewinkel sinnvoll in zwei große Bereiche unterteilt werden kann: in den seichten Anteil im Süden und Westen und den tieferen Anteil im zentralen und östlichen Seewinkel. Während der Bereich der seichten Grundwässer im zeitlichen Verlauf rasche Schwankungen zeigt, variieren die tieferen Grundwässer in größeren Zeiträumen.

5.2. Zusammenhang zwischen Faktorengruppen und Messstellenvariablen wie Geländehöhe, Flurabstand, Sohllage, Wassersäule und Bohrlochtiefe

Mittels graphischer Darstellung und statistischer Analyse wurde untersucht inwieweit die Zweigruppenunterteilung der Messstellen mit geographischen bzw. messstellenrelevanten Größen in Zusammenhang steht. Signifikante Zusammenhänge zeigten sich zwischen den Faktoren und Geländehöhe, Flurabstand und Sohllage. Dies erklärt sich durch die wechselseitige Abhängigkeit der Messstellenvariablen.

Als Hauptursache für die unterschiedliche Grundwasserspiegelvariation der beiden Gruppen dürfte aber die Variable Flurabstand gesehen werden, die den Niederschlag – unterschiedlich verzögert – dem Grundwasser zuführt und damit dieses unterschiedlich schnell auf Niederschlag reagieren lässt.

Ebenso signifikante Unterschiede zeigten die beiden Gruppen bezüglich der durchschnittlichen Höhe des Grundwasserspiegels sowie der Standardabweichungen der Grundwasserspiegelstände,

mit der Tendenz, dass stärkere Standardabweichungen, d.h. stärkere mittlere Abweichungen vom Mittelwert, bei den tieferen Grundwässern häufiger beobachtet wurden.

Die Variablen Bohrlochtiefe und Höhe der Wassersäule zeigen keinen systematischen Zusammenhang zu den zwei Grundwassergruppen, der Chiquadrattest lieferte kein signifikantes Ergebnis. Dass hier keine Systematik vorliegt, erklärt sich aus den anthropogen bedingten Variablen, Bohrlochtiefe und Wassersäule, die keine geologische bzw. hydrogeologische Bedeutung haben.

5.3. Variation der Grundwasserspiegel über die Zeit

Im beobachteten Zeitraum 1995 bis 2004 zeigen die Grundwasserganglinien für beide Gruppen von Messstellen einen ähnlichen Verlauf. Von Sommer 1995 bis Sommer 1996 Anstieg des Grundwasserspiegels, 1997 geringe Änderung. Ab 1998 noch kurzer Anstieg, sodann Abfall bis 2004, der nur von vier Spitzen unterbrochen wurde. Die seichten Grundwässer zeigen neben dem beschriebenen Verlauf noch zusätzlich Überlagerungen von kurzweiligen Schwankungen, d.h. kurzzeitiges Ansteigen und Abfallen des Grundwasserspiegels.

5.4. Niederschlag und Grundwasserspiegelvariation

Aufgrund der Faktorenanalyse konnte kein Zusammenhang zwischen Grundwasservariation und Niederschlag festgestellt werden. Jedoch zeigten folgende weitere Auswertungen unterschiedliche Reaktionen der Grundwässer in Abhängigkeit vom Flurabstand.

Die Grundwässer mit hohem Flurabstand zeigen langsame Änderungen im Anstieg und Abfall und reagieren auf Niederschlag verzögert, bei den untersuchten Messstellen bis zu 8 Monaten verzögert. Messstellen mit geringem Flurabstand reagieren auf Niederschlag innerhalb eines Tages mit einem Anstieg des Grundwassers. Vermutlich konnte die Faktorenanalyse diese Zusammenhänge nicht feststellen, da dabei die Tagesvariationen

gegenüber den längerfristigen Variationen einen zu geringen Einfluss hatten.

5.5. Luftdruck und Grundwasserspiegelvariation

Der ursprünglich vermutete Zusammenhang zwischen Luftdruckvariation und Grundwasserspiegelvariation konnte in keiner der vorgenommenen Auswertungen festgestellt werden. Luftdruck und Grundwasser variieren demzufolge im Seewinkel unabhängig voneinander. In Bezug auf den Luftdruck alleine zeigte sich, dass dieser in den Wintermonaten stärker variierte als in den Sommermonaten.

5.6. Fließgewässervariation und Grundwasserspiegelvariation

Die Faktorenanalyse, die Grundwasservariablen und grundwasserfremde Variablen gruppierte, zeigte keine bzw. nur geringe Kovariationen zwischen Grundwasser und Fließgewässer.

Mit einem Korrelationsfaktor von ca. 0,4 zeigte die Wulkavariation eine geringe Gemeinsamkeit mit dem von den seichten Grundwasserspiegelvariationen dominierten Faktor, was einem Varianzanteil von 16% entspricht.

5.7. Neusiedlerseevariation und Grundwasserspiegelvariation

Die Faktorenanalyse lieferte für den Neusiedlersee keinen eigenen Faktor, sondern ordnete diesen den Grundwasserfaktoren zu. So korreliert der Neusiedlersee mit dem Faktor der tiefen Grundwasser zu 0,5 und mit dem Faktor der seichten, dem Neusiedlersee näheren Grundwasser, zu 0,7. Dies widerspricht jedoch bisherigen Studien zu diesem Thema in denen kein Zusammenhang zwischen der Grundwasservariation und der Höhe des Neusiedlersees festgestellt werden konnte. vgl. BOROVICZENY et al. (1992)

6. Kritik und Ausblick

In dieser Arbeit wurden die geologischen Profile, die in der Literatur beschrieben sind, nicht berücksichtigt. Auch wurde, abgesehen von der faktorenanalytischen Gruppierung, keine vertikale Abgrenzung der Grundwasserkörper untersucht. Zusammenhänge zwischen faktorenanalytisch gruppierten Messstellen und aus geologischen Profilen erwartete Grundwasserkörper könnten in einer weiteren Arbeit untersucht werden. Weiters wurde der Faktor Temperatur und damit die Verdunstung von oberflächennahen Grundwässern außer Acht gelassen. Der Einfluss des Niederschlags auf das Grundwasser wurde nur anhand von zwei Messstellen untersucht. Eine Auswertung über alle Messstellen könnte in eine Karte, in der alle Verzögerungen berücksichtigt werden, eingehen.

7. Literatur

BOROVICZENY, F., DEAK, J., LIEBE, P., MAHLER, H., NEPPEL, F., PAPESCH, W., PINCZES, j., RAJNER, V., RANK, D., REITINGER, J., SCHMALFUSS, R. & TAKATS, T. (1992): Wasserhaushaltsstudie für den Neusiedlersee mit Hilfe der Geophysik und Geochemie 1980-1990.- Forschungsbericht 16, 214 S., zahlr. Abb. und Tab., (Institut für Hydraulik, Gewässerkunde & Wasserwirtschaft der Technischen Universität Wien) Wien.

BÜHL, A., & ZÖFEL P., (1999): SPSS Version 8 Einführung in die moderne Datenanalyse unter Windows. 5., überarbeitete und erweiterte Auflage 672 S.

HAAS, P., HAIDINGER, G., MAHLER, H., D., REITINGER, J. & SCHMALFUSS, R. (1992): Grundwasserhaushalt Seewinkel.- Forschungsbericht 14, 62 S., Anhang A.- B (Institut für Hydraulik, Gewässerkunde und Wasserwirtschaft der TU Wien), Wien.

HÄUSLER, H., PAYER, T., SCHEIBZ, J. (2006): Hydrogeologische Untersuchungen zur Klärung des permanenten Wasserverlustes des Zicksees trotz Dotierung mit Grundwasser. Projekt-Endbericht 51 S., 34 Abbildungen, 3 Tabellen, 1 Anhang (Department für Umweltgeowissenschaften Geozentrum der Universität Wien)

HÄUSLER, H. (2007): Erläuterungen zu der Geologischen Karte 79 NEUSIEDL am See - 80 UNGARISCH-ALTENBURG - 109 PAMHANGEN, 88 S., 22 Abb., 6 Tab., (Geologische Bundesanstalt), Wien.

MEISSNER, R. (1955): Untersuchung über die Zusammenhänge zwischen Luftdruck und Brunnenwasserspiegel. -Z. Geophys., 21: 81-108- Würzburg

REITINGER, J. & SCHMALFUSS, R., (1992a): Wasserhaushalt und wasserwirtschaftliche Probleme des Seewinkels. - Österreichische Wasserwirtschaft, 44, 69-76, 2 Abb., Wien.

SCHENK, E. (1972): Die Wirkung des Luftdrucks auf das Grundwasser. - Nachricht. Dtsch. Geol. Ges., 6/1972: 96-97, 1 Abb.; Hannover

Anhang

Da die Rohdaten vom Lebensministerium "eHyd", nur zur Auswertung dieser Diplomarbeit zur Verfügung gestellt wurden und nicht weiter verwendet werden dürfen, sind hier als Ersatz Grundwasserspiegelmittelwerte, über den Zeitraum 1995 bis 2004, aufgelistet (Gesamt__95bis04_mean).

Hydrographische Messstellen (Einheiten in Meter)

Nummer	Messstelle	Geländehöhe	Sohlage	Koordinate x	Koordinate y	Tiefe	Gesamt_95 bis04_mean
T345280	Andau Bl 150	115,33	106,78	804036	288509	8,55	113,35
T345785	Andau Bl 165	116,44	101,44	804211	291596	15	113,79
T305557	Andau Br 101	121,16	116,84	800953	295523	4,32	117,46
T335182	Andau Br 144	114,48	111,59	805876	285654	2,89	112,40
T305524	Andau Br 27	119,48	110,59	802598	293129	8,89	114,69
T305581	Andau Br 39	116,47	112,91	804919	292100	3,56	114,37
T305532	Andau Br 41	115,55	112,71	804220	288384	2,84	114,00
T305540	Andau Br 68	120,68	114,98	802510	295939	5,7	116,06
T335406	Andau Torfkanal Lp	114,39	111,99	807251	285760	2,4	112,48
T305672	Apetlon 109 A	120,45	110,95	789412	293982	9,5	118,84
T305698	Apetlon Bl 10	115,12	94,5	786559	283552	20,62	114,99
T345199	Apetlon Bl 148	119,87	110,57	792360	292242	9,3	118,07
T345207	Apetlon Bl 149	116,6	111,3	789701	288239	5,3	115,27
T345736	Apetlon Bl 162	116,32	101,82	786688	283709	14,5	114,63
T345793	Apetlon Bl 167	119,79	109,79	791014	290562	10	116,54
T345801	Apetlon Bl 168	116,72	111,72	787482	285998	5	114,93
T345819	Apetlon Bl 169	116,19	111,19	786315	289295	5	115,28
T345843	Apetlon Bl 171	118,76	109,76	787931	290633	9	116,62
T345884	Apetlon Bl 172	123,74	111,44	788439	296227	12,3	119,00
T305680	Apetlon Bl 9	115,8	114,4	785869	284507	1,4	115,59
T316034	Apetlon Br 118	119,86	112,86	790811	290409	7	117,38
T316042	Apetlon Br 122	116,23	111,03	788008	288348	5,2	115,64
T316059	Apetlon Br 123	123,16	118,49	789913	296889	4,67	119,91
T316158	Apetlon Br 127	117,55	114	785839	288705	3,55	116,29
T335489	Apetlon Br 146	119,36	112,56	787665	290542	6,8	117,19
T345611	Apetlon Br 158	117,53	113,53	786408	288402	4	115,29
T305623	Apetlon Br 66	119,22	116,42	791525	291955	2,8	118,11
T305656	Apetlon Br 70 B	116,04	112,59	787550	285784	3,45	115,06
T305664	Apetlon Br 71	117,18	113,93	788734	286379	3,25	115,05
T319525	Apetlon Darschlacke Lp	119,22	117,35	787905	292088	1,87	118,16
T319509	Apetlon Fuchslochlacke Lp	120,4	119,05	788991	294658	1,35	119,58
T319608	Apetlon Lange Lacke Lp	118,49	117,04	791057	291059	1,45	117,66
T319483	Apetlon Stundlacke Lp	121,24	119,65	790400	295657	1,59	119,96
T319426	Aptelon Bl 126 A	118,63	108,72	788848	291198	9,91	117,15
T305755	Frauenkirchen Bl 108 A	123,08	115,03	791898	298601	8,05	119,60
T305706	Frauenkirchen Bl 11	122,4	112,4	793212	300835	10	119,90
T305714	Frauenkirchen Bl 12	121,76	111,76	795690	297765	10	119,61
T345827	Frauenkirchen Bl 170	122,33	115,33	797569	299074	7	119,25
T335372	Frauenkirchen Blt 145	122,32	111,69	794584	300969	10,63	119,64
T326132	Frauenkirchen Br 134	123,16	115,41	794012	299636	7,75	119,91
T305730	Frauenkirchen Br 57	123,36	117,19	796798	299751	6,17	120,11
T319418	Gols Bl 125	124,22	116,22	792654	303271	8	119,90
T316067	Gols Br 121	123,36	120,3	793505	306181	3,06	121,66
T315986	Halbturn Bl 114	123,55	118,58	796924	302100	4,97	120,26
T345298	Halbturn Bl 151	124,15	109,15	798785	300787	15	119,84
T345306	Halbturn Bl 152	122,51	110,51	800664	297621	12	117,44
T345777	Halbturn Bl 165	132,77	116,77	797963	304236	16	120,54
T305789	Halbturn Bl 6	124,14	119,36	798352	302386	4,78	120,29
T326033	Halbturn Br 129	122,97	114,77	799390	297669	8,2	119,19
T326082	Halbturn Br 131	122,92	114,65	802259	300693	8,27	118,24
T326207	Halbturn Br 136	121,06	111,31	801131	298456	9,75	118,16
T305771	Halbturn Br 5	132,75	120,16	798108	304330	12,59	121,21
T305805	Illmitz Bl 11 A	117,85	102,85	784884	295744	15	117,18
T345629	Illmitz Bl 159	120,3	111,2	786486	292511	9,1	117,66
T345744	Illmitz Bl 163	118,57	110,57	785198	298866	8	116,01
T305813	Illmitz Bl 8 A	121,42	110,15	786606	296589	11,27	119,08
T305979	Illmitz Bl I 1	116,02	91,4	784987	298769	24,62	115,96
T305987	Illmitz Bl I 2	115,88	107,03	784785	298400	8,85	115,73
T305904	Illmitz Bl I 3	115,97	103,82	783633	296262	12,15	115,78
T316000	Illmitz Br 116	120,86	115,51	786047	296153	5,35	118,76

T316018	Illmitz Br 117	122,55	114,35	786139	294174	8,2	119,13
T326017	Illmitz Br 128	118,45	115,17	784867	290954	3,28	115,77
T305854	Illmitz Br 16	116,62	111,58	782467	292672	5,04	115,95
T305862	Illmitz Br 28 A	117,53	112,23	783431	291597	5,3	116,50
T305888	Illmitz Br 65	119,11	115,61	783976	293852	3,5	117,45
T305896	Illmitz Br 65 A	117,78	110,68	784628	293426	7,1	116,29
T319574	Illmitz ob. Stinkersee Lp	118,25	116,38	784812	297350	1,87	116,71
T319582	Illmitz unt. Stinkersee Lp	117,3	116,39	784050	295986	0,91	116,87
T319517	Illmitz/Zicksee Lp	117,3	116,02	783801	292371	1,28	116,36
T305821	Illmitz Br 14	117,15	114,3	783654	296231	2,85	116,18
T345769	Mönchhof Bl 164	124	113	795555	303907	11	120,24
T305920	Mönchhof Br 100	127,66	120,26	795508	305053	7,4	123,25
T305912	Mönchhof Br 3	127,86	120,41	795697	304839	7,45	123,71
T305763	Neusiedl am See Bl	124,44	119,65	790965	306406	4,79	121,10
T316174	Neusiedl am See Bl 124	118,19	112,44	789021	305686	5,75	115,94
T326280	Neusiedl am See Bl 137	116,71	101,88	789469	307079	14,83	115,86
T326298	Neusiedl am See Bl 138	117,38	97,38	789205	306119	20	115,79
T345314	Neusiedl am See Bl 153	124,59	115,09	791070	306843	9,5	121,14
T305938	Neusiedl am See Bl N	121,39	108,59	788964	311060	12,8	118,34
T305946	Neusiedl am See Br 103	128,26	120,94	786834	313115	7,32	127,42
T335109	Pamhagen Bl 139 A	117,7	109,7	792767	287952	8	115,45
T345322	Pamhagen Bl 154	116,58	107,58	794749	284847	9	114,26
T335117	Pamhagen Br 140	115,95	108,9	790940	283954	7,05	114,43
T305953	Pamhagen Br 45	121,64	113,49	792980	284401	8,15	114,58
T305961	Pamhagen Br 74	116,91	113,86	795533	285406	3,05	115,20
T335125	Pamhagen Leißergraben Lp	116,01	113,79	791066	283893	2,22	114,40
T345256	Pamhagen Zweierkanal Lp	116,99	114,64	790272	287069	2,35	115,03
T305995	Podersdorf a. S. Bl 92	117,37	106,22	786435	300603	11,15	115,94
T306001	Podersdorf a. S. Br 7	122,54	116,66	786906	298506	5,88	118,51
T306019	Podersdorf a. S. Br 9	123,81	118,46	790384	300907	5,35	119,40
T319459	Pdrf. a.A. Birnbmle 40	121,25	120,22	789802	297815	1,03	120,44
T345330	St. Andrä Zicksee Bl 155	122,33	111,83	798156	296426	10,5	118,42
T306043	St. Andrä Zicksee Br 107	123,04	114,04	795987	294401	9	119,00
T319491	St. Andrä am Zicksee Lp	120,96	118,91	793340	294875	2,05	119,80
T345348	Tadten Bl 156	120,63	109,83	798106	292410	10,8	116,54
T306076	Tadten Br 110	120,51	113,75	798785	292876	6,76	117,33
T306084	Tadten Br 111	121,15	113,23	799382	291803	7,92	115,65
T335174	Tadten Br 143	114,08	108,33	803033	286523	5,75	113,04
T335166	Tadten Tadten Hptkanal Lp	114,35	112,6	802251	287658	1,75	113,15
T345355	Wallern im Bgld Bl 157	117,28	107,48	798397	287502	9,8	113,25
T345678	Wallern im Bgld Bl 160	117,05	107,9	797151	289561	9,15	114,80
T345686	Wallern im Bgld Bl 161	119,02	110,87	796968	286347	8,15	114,01
T306167	Wallern im Bgld Br 112	117,31	109,51	797918	284965	7,8	113,53
T315994	Wallern im Bgld Br 113	117,52	108,5	797087	284618	9,02	113,50
T316026	Wallern im Bgld Br 115	116,65	108,1	799401	284637	8,55	112,89
T326116	Wallern im Bgld Br 133	117,16	109,46	797408	286134	7,7	114,21
T335133	Wallern im Bgld Br 141	115,24	103,22	799164	287505	12,02	114,00
T335141	Wallern im Bgld Br 142	113,8	107,87	801681	286140	5,93	112,93
T306092	Wallern im Bgld Br 36	119,6	113,49	795271	287507	6,11	115,10
T335158	Wallern im Bgld Lblgr. Lp	115,08	112,77	798667	285125	2,31	113,31
T335497	Weiden am See Bl 147	116,6	95,7	789786	309181	20,9	118,94

Faktorenwerte (Komponenten) der 1. Faktorenanalyse der aus- gewählten Messstellen

Rotierte Komponentenmatrix^a

	Komponente		
	1	2	3
Halbturn Bl 114 [müA]	,995	,061	-,026
Halbturn Bl 6	,995	,071	-,013
Halbturn Br 136	,995	,059	-,036
Andau Br 101	,993	,104	,013
Andau Br 68	,992	,106	,011
Frauenkirchen Bl 108 A [müA]	,990	,122	,013
Frauenkirchen Blt 145	,990	,133	,006
Podersdorf a. S. Br 9	,987	,128	,016
Wallern im Bgld Br 36	,985	,159	,020
St. Andrä am Zicksee Br 107	,985	,071	,023
Halbturn Br 129	,984	,123	,025
Halbturn Br 131	,983	-,071	-,107
Frauenkirchen Bl 11[müA]	,982	,157	-,061
Frauenkirchen Br 57	,982	,123	,080
Wallern im Bgld Br 76	,981	,170	,060
Apetlon Br 123	,981	,187	,011
Wallern im Bgld Br 113	,975	,097	,159
Frauenkirchen Br 134	,972	,198	,074
Illmitz Br 116	,960	,268	,024
Wallern im Bgld Br 112	,959	,215	,142
Frauenkirchen Bl 12	,959	,273	-,017
Halbturn Br 5	,958	,076	,032
St. Andrä am Zicksee Zicksee Lp	,956	,189	,081
Pamhagen Br 45	,949	,287	,109
Apetlon 109 A	,947	,282	,069
Illmitz/Zicksee Lp	,937	,227	,045
Illmitz Br 117	,932	,345	,087
Illmitz oberer Stinkersee Lp	,929	,291	,075
Tadten Br 110	,929	,339	,104
Tadten Br 111	,919	,356	,142
GW Mönchhof (Br 3) müA	,896	,397	,135
Gols Bl 125	,890	,411	,098
Apetlon Lange Lacke Lp	,888	,440	,063
Mönchhof Br 100	,883	,448	,077
Apetlon Darschlacke Lp	,882	,445	,051
Andau Br 27	,874	,448	,153
Podersdorf a. S. Br 7	,870	,409	,155
Neusiedl am See Bl	,839	,527	,101

Illmitz Bl I 3	,819	,540	,021
Pamhagen Br 74	,804	,554	,095
Wallern im Bgld Br 133	,801	,539	,198
Illmitz Br 65	,763	,611	,160
Apetlon Br 146	,732	,640	,133
Illmitz Bl 8 A	,703	,516	-,017
Illmitz Br 65 A	-,053	,987	-,022
Tadten Br 143	,142	,957	,144
Podersdorf am See Birnbaumlacke 40	,083	,953	-,143
Illmitz Br 28 A	,275	,945	-,018
Wallern im Bgld Br 115 [müA]	,185	,941	,043
Apetlon Br 70 B	,100	,939	-,159
Andau Br 144	,224	,938	,107
Gols Br 121	-,167	,935	,057
Andau Torfkanal Lp	,231	,934	,094
Apetlon Br 66	,286	,927	-,050
Andau Br 41	,303	,911	,114
Pamhagen Br 140	-,183	,906	-,129
Apetlon Br 122	-,367	,894	,104
Apetlon Bl 126 A	,404	,892	,038
Pamhagen Bl 139 A	,368	,891	,042
Apetlon Br 71	,081	,889	,252
Wallern im Bgld Br 142	,418	,886	,039
Neusiedl am See Br 103	,415	,868	,159
Apetlon Br 127	,492	,836	-,025
Neusiedl am See Bl 124	,531	,831	,114
Illmitz Bl 11 A	-,264	,822	,175
Podersdorf a. S. Bl 92	,371	,822	,066
Illmitz Br 14	,497	,816	-,022
Tadten Tadten Hauptkanal Lp	,494	,804	,027
Neusiedl am See Bl N	,350	,797	,343
Illmitz Bl I 2	,408	,787	-,066
Apetlon Br 118	,567	,782	,027
Neusiedl am See Bl 137	-,484	,779	-,076
Illmitz Bl I 1	,499	,770	,025
Wallern im Bgld Br 141	,573	,768	,092
Illmitz Br 16	,628	,759	,127
Andau Br 39	,616	,741	,123
Neusiedl am See Bl 138	,596	,740	,127
Weiden am See Bl 147	,416	,732	-,125
Illmitz unterer Stinkersee Lp	,599	,721	,257
Apetlon Stundlacke Lp	,382	,690	,397
Illmitz Br 128	,332	,686	,033
Apetlon Fuchslochlacke Lp	,640	,657	-,115

Apetlon Bl 10	,597	,638	-,257
Pamhagen Leißergraben Lp	-,089	-,139	-,799
Wallern im Bgld Loblergraben Lp	-,461	,149	-,754
Apetlon Bl 9	-,072	,295	,345

Extraktionsmethode: Hauptkomponentenanalyse.

Rotationsmethode: Varimax mit Kaiser-Normalisierung.

a. Die Rotation ist in 4 Iterationen konvergiert.

Da auch die Rohdaten von der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik "ZAMG", nur zur Auswertung dieser Diplomarbeit zur Verfügung gestellt wurden und nicht weiter verwendet werden dürfen, sind hier ebenfalls als Ersatz Mittelwerte aufgelistet.

Meteorologische Messstellen

Mittelwerte von 1995 bis 2004	Werte	Einheiten
Andau_nied07_mean	8,06	Deziliter/m2
Andau_nied19_mean	7,35	Deziliter/m2
Andau_nied_mean	15,42	Deziliter/m2
Andau_druck07_mean	10025,81	hPa
Andau_druck14_mean	10019,90	hPa
Andau_druck19_mean	10019,91	hPa
Andau_druckmit_mean	10021,88	hPa
Illmitz_nied07_mean	7,61	Deziliter/m2
Illmitz_nied19_mean	7,65	Deziliter/m2
Illmitz_nied_mean	15,26	Deziliter/m2
Illmitz_druck07_mean	10033,07	hPa
Illmitz_druck14_mean	10027,49	hPa
Illmitz_druck19_mean	10027,70	hPa
Illmitz_druckmit_mean	10029,44	hPa
Neusiedl_nied07_mean	8,38	Deziliter/m2
Neusiedl_nied19_mean	7,17	Deziliter/m2
Neusiedl_nied_mean	15,54	Deziliter/m2
Neusiedl_druck07_mean	10011,57	hPa
Neusiedl_druck14_mean	10005,48	hPa
Neusiedl_druck19_mean	10005,59	hPa
Neusiedl_druckmit_mean	10007,55	hPa

Lebenslauf:

Norbert Kohlmayer

Geboren am 13.2. 1950 in Lendorf Kärnten

1956 - 1964 Absolvierung der allgemeinen Schulpflicht

1964 - 1968 Fachschule für Elektrotechnik in Klagenfurt

1976 - 1980 Bundesgymnasium für Berufstätige in Wien

1988 - 1997 Psychologiestudium an der Universität Wien

1997 Diplomarbeit zur Aufmerksamkeitsmessung Mag. rer. nat.

2002 Beginn des Geologiestudiums