

Hausarbeit im Rahmen des Moduls „Geländeklimatologie im Oberharz“

Teil II: GIS

Thema:

**Räumliche Interpolation des
durchschnittlichen Jahresniederschlages im
Harz**

Von:

Abgabedatum:

28.02.2014

Universität:

Humboldt-Universität zu Berlin

Geographisches Institut

Studienprojekt:

Geländeklimatologie im Oberharz

Dozenten:

Dr. Sebastian van der Linden, Dr. Reinhard Kleßen, Akpona

Okujeni

Gliederung:

1. Motivation und Zielsetzung	3
2. Datengrundlage und -aufbereitung	4
2.1 Zielgröße der eigenen Untersuchung	4
2.2 Hilfsdaten	4
2.3 Visualisierung der Ausgangsdaten	6
3. Methode	7
3.1 Vorstellung des Konzepts	7
3.2 Ablaufdiagramm	12
4. Ergebnisse und Diskussion	13
4.1 Beschreibung der Ergebnisse visuell	13
4.2 Beschreibung der Validiererergebnisse	13
4.3 Diskussion der Kartengüte	15
4.4 Diskussion möglicher Einflussfaktoren	15
4.5 Ergebniskarte	16
5. Fazit	17
6. Quellenverzeichnis	18
7. Anhang	19
7.1 Parameterwahl	19
7.2 Abweichungen der Testdaten von den interpolierten Werten	20

1. Motivation und Zielsetzung

Mithilfe einer Interpolation kann aus einzelnen Punkten im Raum eine Fläche modelliert werden. Jedoch heißt dies nicht automatisch, dass die modellierte Fläche der tatsächlichen entspricht. Die Zielsetzung einer jeden Interpolation ist daher primär, eine möglichst der Realität entsprechende Oberfläche zu modellieren. Als Nutzer von GIS-Software hat man einen großen Einfluss auf die Güte einer Interpolation. Zwar ist in unserem Fall mit dem Inverse-Distance-Weighting bereits ein deterministisches Interpolationsverfahren vorgegeben, doch liegt es immer noch in unserer Hand, durch passende Parametereinstellungen ein qualitativ hochwertiges Ergebnis zu kreieren. Dabei spielt bei der Modellierung nicht nur der Gewichtungsfaktor der Distanz eine Rolle oder die Anzahl der einfließenden benachbarten Punkte. Für uns ist es von großer Bedeutung, die physischen Charakteristika und die dadurch bedingte Verteilung der zu interpolierenden Größe in unserem Untersuchungsgebiet zu verstehen.

Unsere Untersuchung wird sich mit dem durchschnittlichen Jahresniederschlag im Harz beschäftigen. Dabei spielen Faktoren wie das Relief, aber auch die Lage der zu schätzenden Punkte in Bezug auf die geographische Länge eine tragende Rolle. Die Erkenntnisse sollen einen direkten Einfluss auf die Methodik in der Interpolation haben. Im Folgenden möchten wir durch eine geeignete Wahl der Methodik eine möglichst hohe Güte unserer Interpolation erzielen.

2. Datengrundlage und –aufbereitung

2.1 Zielgröße der eigenen Untersuchung

Diese Untersuchung beschäftigt sich im Speziellen mit der regionalen Niederschlagsverteilung im Harz und der Modellierung von dieser. Hierbei liegt das Augenmerk auf der durchschnittlichen Jahressumme der Niederschläge. Die Untersuchung bzw. die dazugehörige Interpolation bezieht sich dabei ausschließlich auf den Harz selbst, nicht sein Vorland. Der Grund hierfür liegt in der insgesamt sehr heterogenen Niederschlagsverteilung, sodass ein Hinzuziehen von Umgebungsdaten den Rahmen der Untersuchung sprengen würde.

Ziel ist es nun, mithilfe von vorliegenden Wetterstationsdaten, welche eine 30-jährige Messreihe aufweisen, eine Interpolation durchzuführen, die möglichst exakt die Realität wiedergibt bzw. möglichst minimierte Abweichung in der abschließenden Validierung aufweist. Der Topographie und dem damit im Zusammenhang stehenden Klima wird dabei in dieser Untersuchung ganz besonderes Gewicht beigemessen, um so eine möglichst exakte mathematische Beschreibung der Niederschlagsverteilung zu erreichen.

2.2 Hilfsdaten

Aus der Beschreibung der Zielgröße geht bereits indirekt hervor, dass eine möglichst große Anzahl an Wetterstationsdaten für eine möglichst genaue Interpolation sehr wichtig ist. Der Deutsche Wetterdienst stellt ein recht reichhaltiges Angebot an Niederschlagsdaten zur Verfügung¹. Da die meisten langjährigen Daten für den Zeitraum von 1961 – 1990 verfügbar sind, beschränken wir uns auf diese. Für unsere Untersuchung haben wir 118 Wetterstationen ausgewählt, die im Harz liegen und für welche die durchschnittlichen Jahresniederschlagssummen von 1961 bis 1990 verfügbar sind. Die Grenzen haben wir dabei anhand der Topographie gezogen, wobei an den Randgebieten eine Zuordnung eher intuitiv erfolgte. Eine visuelle Verortung der herangezogenen Wetterstationen erfolgt in Abbildung 1 und 2. Dabei ist zu erkennen, dass die Verteilung allgemein recht homogen über den Raum verteilt ist. Abbildung 1 zeigt dabei, dass jedoch deutlich mehr Stationsdaten unterhalb von 500 Höhenmetern im definierten Gebiet existieren als darüber. Dabei sticht besonders der Brocken heraus, welcher gewissermaßen einen Ausreißer darstellt. Topographisch bedingt liegen im Westharz

¹ URL: http://www.dwd.de/bvbw/appmanager/bvbw/dwdwwwDesktop?_nfpb=true&_pageLabel=_dwdwww_klima_umwelt_klimadaten_deutschland&T82002gsbDocumentPath=Navigation%2FOeffentlichkeit%2FKlima__Umwelt%2FKlimadaten%2Fkldaten__kostenfrei%2Fkldat__D__mittelwerte__node.html%3F__nnn%3Dtrue
[Abrufdatum: 15.01.2014]

die Stationen etwas höher als im Ostharz. Beim Blick auf Abbildung 2, in welcher die durchschnittlichen Jahresniederschlagsmengen der Stationen visuell aufbereitet sind, ist zu erkennen, dass der Westharz und die Region um den Brocken verglichen mit Gebieten weiter östlich ganz deutlich durch hohe Werte hervorstechen. Folglich ist neben der Niederschlagszunahme mit der Höhe sehr deutlich ein West-Ost-Trend erkennbar, welcher aufgrund von Luv- und Lee-Effekte bei häufigen Westwetterlagen deutlich ausgeprägt ist².

Des Weiteren werden Hilfsdaten aus dem bereits im Seminar generierten „Harz-GIS“ herangezogen. Es handelt sich dabei insbesondere um ein Höhenmodell, um eine Höhenabhängigkeit der Niederschläge in das Modell integrieren zu können. Verwendet wird dazu das SRTM-Höhenmodell, welches uns durch einen Dozenten bereitgestellt wurde. Die Auflösung beträgt 70 * 70 Meter. Um auch Änderungen der Niederschläge von West nach Ost implementieren zu können, wird außerdem ein mithilfe von ArcGIS erstelltes West-Ost-Raster verwendet. Mit dessen Hilfe können in Dezimalgrad angegebene Längengrade in die Untersuchung integriert werden, um so eine bessere Modellierung zu ermöglichen.

² vgl. Hendl, M. (2002): Das Klima der Deutschen Mittelgebirgsschwelle. In: Hrsg.: Liedtke, H.; Marcinek, J.: Physische Geographie Deutschlands. Stuttgart, S. 79.

2.3 Visualisierung der Ausgangsdaten

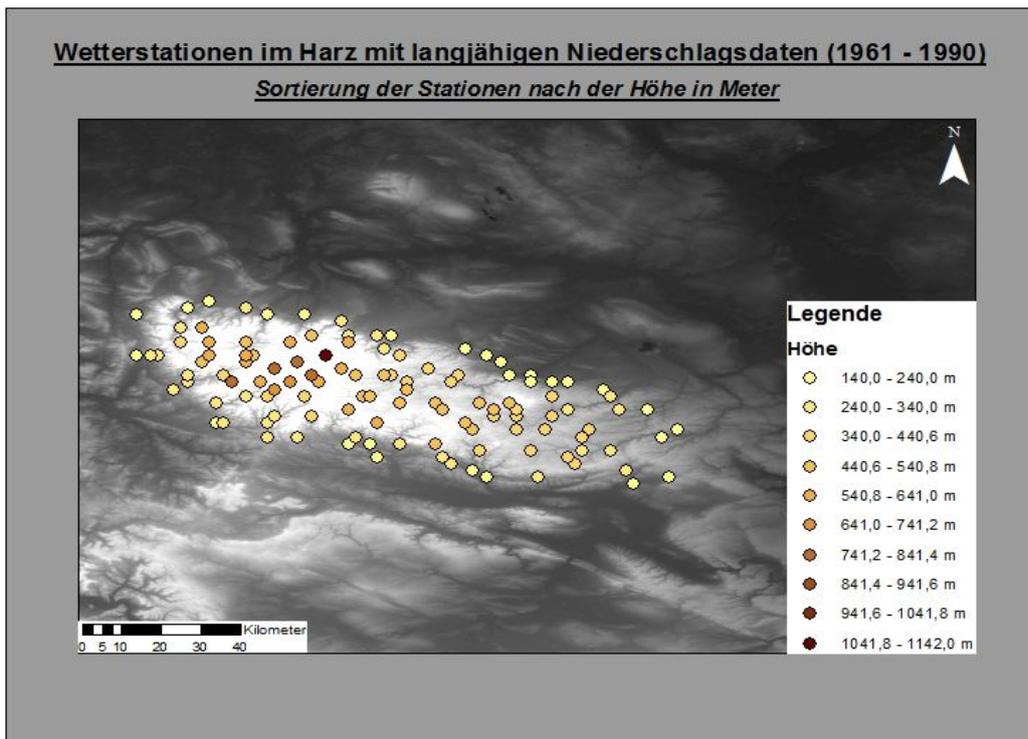


Abbildung 1: Hinsichtlich der Höhenverteilung zeigt sich, dass der Westharz durchschnittlich leicht höhere Werte als der Ostharz aufweist, wobei der Brocken besonders heraussticht.

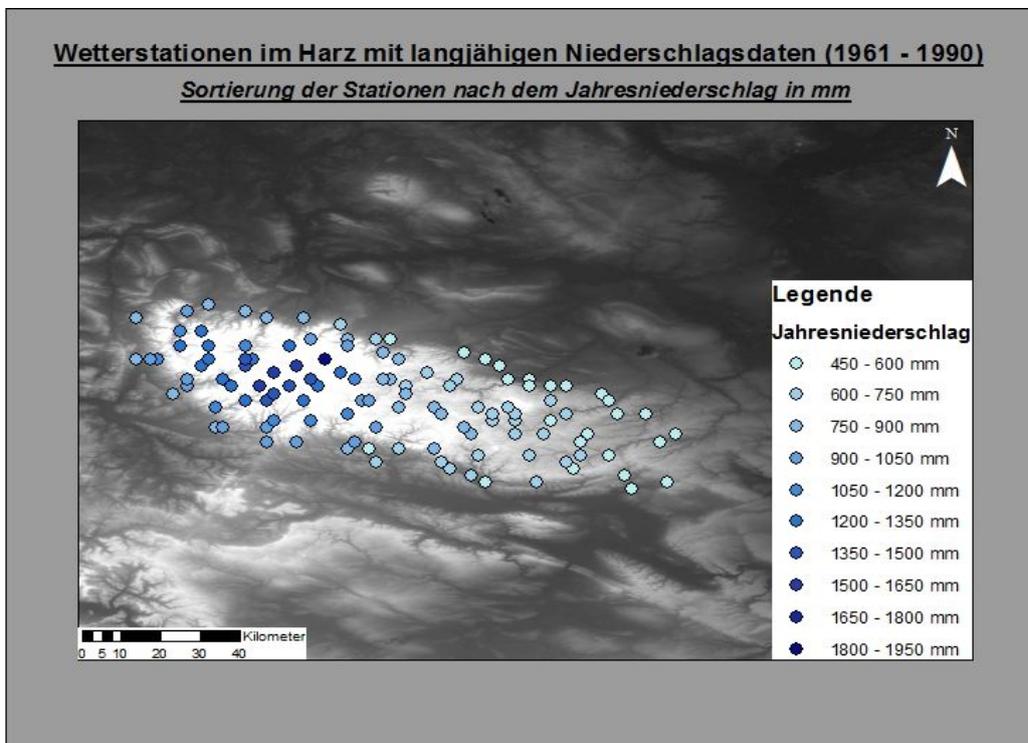


Abbildung 2: Hinsichtlich der Verteilung der durchschnittlichen Jahresniederschläge zeigt sich ein ähnliches Bild wie bei der Höhenverteilung, wobei die Werte der Niederschläge rein visuell im Westharz verglichen zum Ostharz noch stärker nach oben hin abweichen, was höchstwahrscheinlich auf Luv- und Lee-Effekte zurückzuführen ist.

3. Methoden

3.1 Vorstellung des Konzepts

Wie bereits aus den ersten beiden Abschnitten dieser Ausarbeitung hervorgeht, ist eine Auseinandersetzung mit der Verteilung der Messpunkte und den dazugehörigen Daten sehr wichtig, um eine Interpolation besonders realitätsnah zu gestalten. In unserem Fall, für welchen wir als Interpolation das Inverse-Distance-Weighting verwenden, sind wir in der günstigen Ausgangssituation, mit 118 Wetterstationen für den Harzraum eine große Anzahl an Ausgangsdaten verwenden zu können.

Im ersten Schritt werden wir unsere gesamten Messdaten in zwei Gruppen teilen - in Trainingsdaten, auf deren Grundlage wir die Interpolation durchführen werden, sowie die Testdaten, mit welchen wir abschließend die Güte unserer Interpolation überprüfen werden. Mithilfe der Funktion „Subset features“ werden in unserem Falle 30 Prozent der Testpunkte zufällig ausgewählt bzw. der gesamten Messwerttabelle entnommen.

Bereits in der Sichtung unserer Ausgangsdaten sind zwei Zusammenhänge ersichtlich geworden. Zum einen fällt in tieferen Lagen augenscheinlich weniger Niederschlag als in den höheren Lagen des Oberharzes. Zum anderen sind im Allgemeinen die Niederschläge im Westharz höher als im Osthartz. Diese beiden Effekte sollten folglich in unsere Interpolation Berücksichtigung finden.

Dazu erscheint es zunächst sinnvoll, die Niederschlagshöhen nach der Höhe über Normal Null anzeigen zu lassen. Das Ergebnis wird im Scatterplot (s. S. 8, Abb. 3) deutlich. Auf den ersten Blick ist ersichtlich, dass es womöglich zwei Verteilungen gibt, in welchen die Punkte je zueinander in engerer Beziehung stehen. Grob könnten die Punktekonzentrationen in einen oberen und einen unteren Bereich geteilt werden, d.h. in einen Bereich, wo bei gleicher Höhe geringe Niederschläge und einen Bereich, in dem bei gleicher Höhe größere Niederschlagsmengen im Durchschnitt gemessen wurden. Anhand unserer Vorbetrachtungen in Abbildung 2 ist zu vermuten, dass sich hier der West-Ost-Gradient bemerkbar macht, die Niederschläge also im luvseitigen Westharz höher als im leeseitigen Osthartz bei gleicher Höhe über Normal Null sind. Diese Bereiche werden durch die entsprechende Farbgebung (blau und rot) unterschieden. Werden die beiden Bereiche jeweils ins GIS geladen, so wird die These tatsächlich bestätigt. Punkte, bei welcher eine Zuordnung nicht ganz eindeutig war, wurden im letzten Schritt durch eine räumliche Zuordnung mithilfe von GIS im Scatterplot markiert.

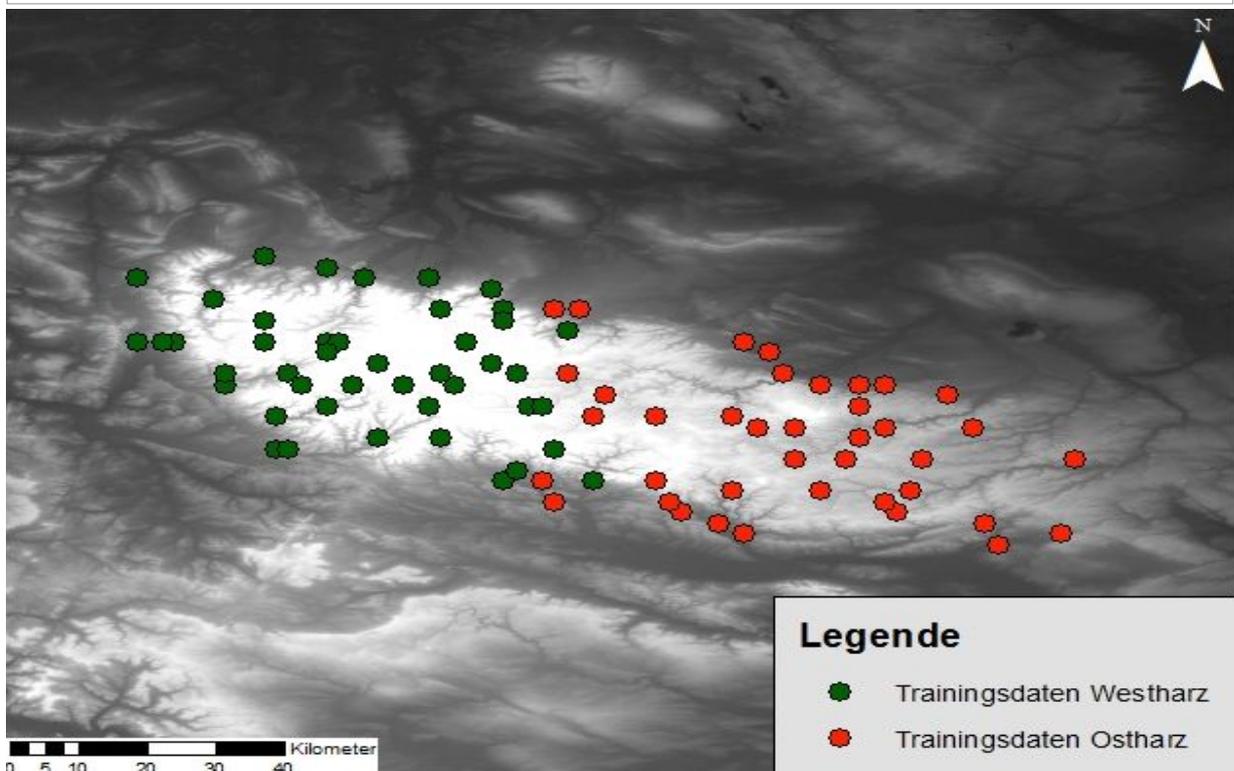
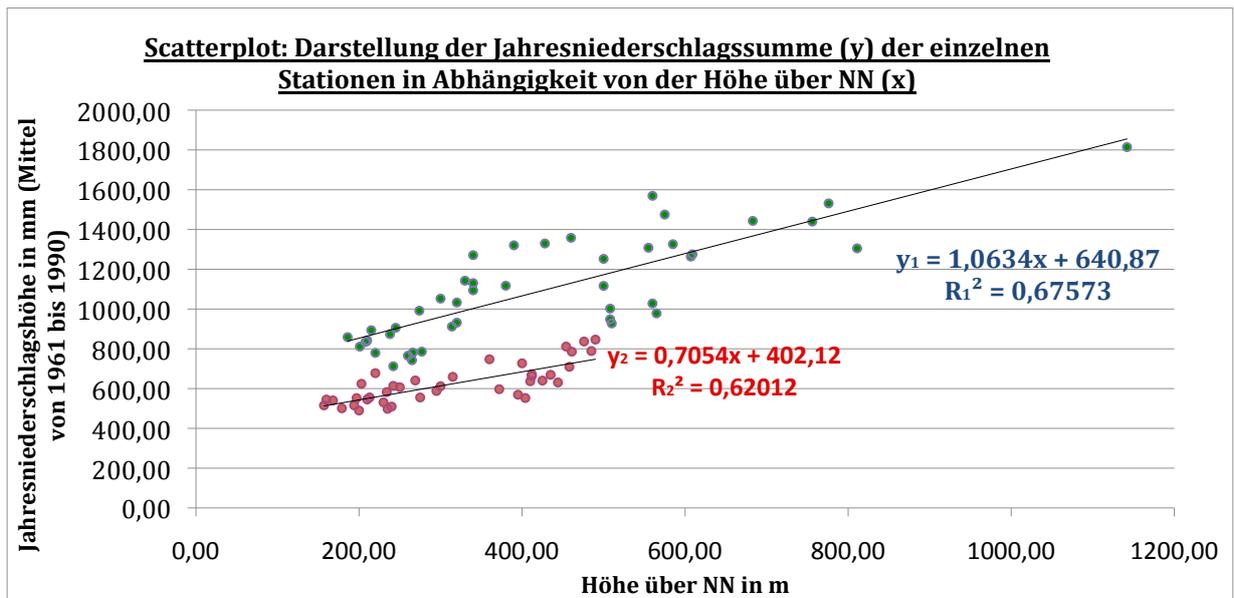


Abbildung 3: Scatterplot mit unterteilten Messwerten aus dem West- und Ostharz mit dazugehörigen Regressionsgraden sowie der visuellen Verortung mittels Arc GIS.

Im Folgeschritt wird den beiden Verteilungen eine Regressionsgerade beigefügt. Die Steigung im Westharz ist dabei höher als im Ostharz. Folglich ist die Niederschlagszunahme im Westharz pro Höhenmeter bedingt durch Luveffekte größer als im Ostharz, wo im Leebereich insgesamt weniger Feuchtigkeit in der Luft vorhanden ist, sodass es auch zu geringeren Differenzen kommt. Der Brocken wurde dabei ganz bewusst dem luvseitigen Bereich zugeordnet. Diese Station passt sich auch gut in den Zusammenhang von Höhe und Niederschlagsmenge im Westharz an.

Der schwierigste Teil ist nun, diese Erkenntnisse in eine Formel zu integrieren. Zwangsläufig kommt es hier zu Vereinfachungen.

Bisher haben wir folgende Zusammenhänge mathematisch ausgedrückt:

Regressionsgrade Westharz: $y(x) = 1,0634 \cdot x + 640,87$

Regressionsgrade Ostharz: $y(x) = 0,7054 \cdot x + 402,12$

y ... durchschnittliche Jahresniederschlagsmenge

x ... Höhe über NN

Sinnvoll erscheint, die Regressionsgrade des Westharzes ab einem bestimmten Punkt nach Osten hin Schritt für Schritt an die Steigung der Ostharzgerade anzupassen. Als Wendepunkt bietet sich hierfür der Brocken an, da dieser auch im Übergangsbereich zwischen West- und Ostharz liegt. Wir betrachten im Folgenden der Einfachheit halber nur die Steigung, nicht den Schnittpunkt der Ostharzgerade mit der y-Achse (hier: 402,12 mm). Wir gehen davon aus, dass die Wertepunkte innerhalb der Interpolation genug Einfluss besitzen, sodass die Ergebnisse dennoch recht gut werden. Um die Steigung nach Osten hin schrittweise von $1,0634 \cdot x$ an $0,7054 \cdot x$ anzupassen, empfiehlt sich ein vom Längengrad abhängiger Gewichtungsfaktor. Am östlichsten Punkt muss dieser einen Wert annehmen, sodass gilt:

$$g \cdot 1,0634 = 0,7054$$

$$\rightarrow g \approx 0,66334$$

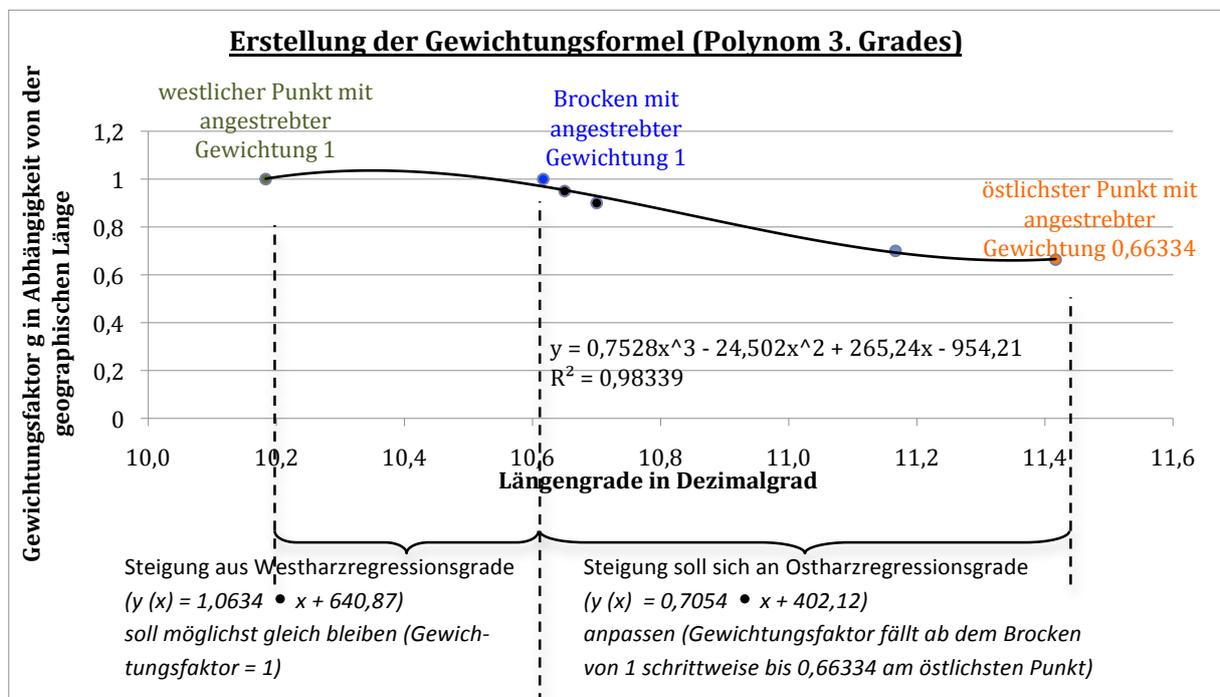


Abbildung 4: Visualisierung der Gewichtungsformel

Diese dazugehörige Gewichtungformel dritten Grades wird nun in unserer Regressionsgrade des Westharzes integriert, um die Längengrad- und Höhenabhängigkeit der Niederschläge in einer Formel auszudrücken:

$$Niederschlag_{trans} = Niederschlag_{real} - (0,7528 \cdot L^3 - 24,502 \cdot L^2 + 265,24 \cdot L - 954,21) \cdot 1,0634 \cdot H + 640,87$$

Niederschlag_{trans} ... umgerechneter Niederschlag auf Normal Null (in mm)

Niederschlag_{real} ... Ausgangsdaten der Wetterstationen (in mm)

L ... Längengrad in Dezimalgrad

H ... Höhe der Wetterstation über Normal Null

Jene Formel enthält bereits ein Herunterrechnen der Werte auf Normal Null. Dieser Schritt erlaubt es, in der Interpolation auf lokale Niederschlagsverhältnisse einzugehen, die unabhängig von der Ausgangshöhe über Normal Null sind.

Nach dem Hineinladen der transformierten Stationsdaten in das GIS kann die Interpolation mittels Inverse-Distance-Weigthing gestartet werden. Entsprechend des Verfahrens werden nun die Bereiche zwischen den Messwerten interpoliert, wobei nach dem *Gesetz von Tobler*³ die Einflussnahme des jeweiligen Messwertes mit der Entfernung zu diesem abnimmt. Um die Interpolation zu optimieren, bietet Arc GIS die Möglichkeit, die Ähnlichkeitsbeziehung nach dem Gesetz von Tobler durch verschiedene Kriterien anzupassen. Durch eine Kreuzvalidierung der Trainingsdaten kann bereits im Vorfeld die Güte der Interpolation im Groben eingeschätzt und die Parameter dahingehend optimiert werden. Die von uns gewählten Einstellungen sind im Anhang zu finden (s. S.19, Abb. 6 und 7).

Das Ergebnis ist eine interpolierte Karte der heruntergerechneten Niederschlagswerte auf Normal Null. Im letzten Schritt müssen alle Pixel-Werte der Karte auf die ursprüngliche Höhe zurückgerechnet werden. Zuvor wird die Interpolation als Raster exportiert, wobei für die Rastergröße das Höhenmodell SRTM zugrunde gelegt wird. Anschließend hilft uns der sogenannte „Raster Calculator“. In diesen geben wir folgende Berechnungsvorschrift ein:

$$Niederschlag_{normale_Höhe} = Interpolation_{NN} + (0,7528 \cdot L^3 - 24,502 \cdot L^2 + 265,24 \cdot L - 954,21) \cdot 1,0634 \cdot SRTM-Layer$$

³ „All things are related but nearby things are more related than distant things.“

Tobler, W. (1970): A computer movie simulating urban growth in the Detroit region. In: Economic Geography, Heft 46, S. 234-240.

<i>Niederschlag normale_Höhe</i>	<i>... Niederschlagswert in der endgültigen Interpolation</i>
<i>Niederschlag NN</i>	<i>... Interpolationswerte für Normal Null</i>
<i>L</i>	<i>... Längengrad in Dezimalgrad aus West-Ost-Raster-Layer</i>
<i>SRTM-Layer</i>	<i>... Höhe der Wetterstation über Normal Null</i>

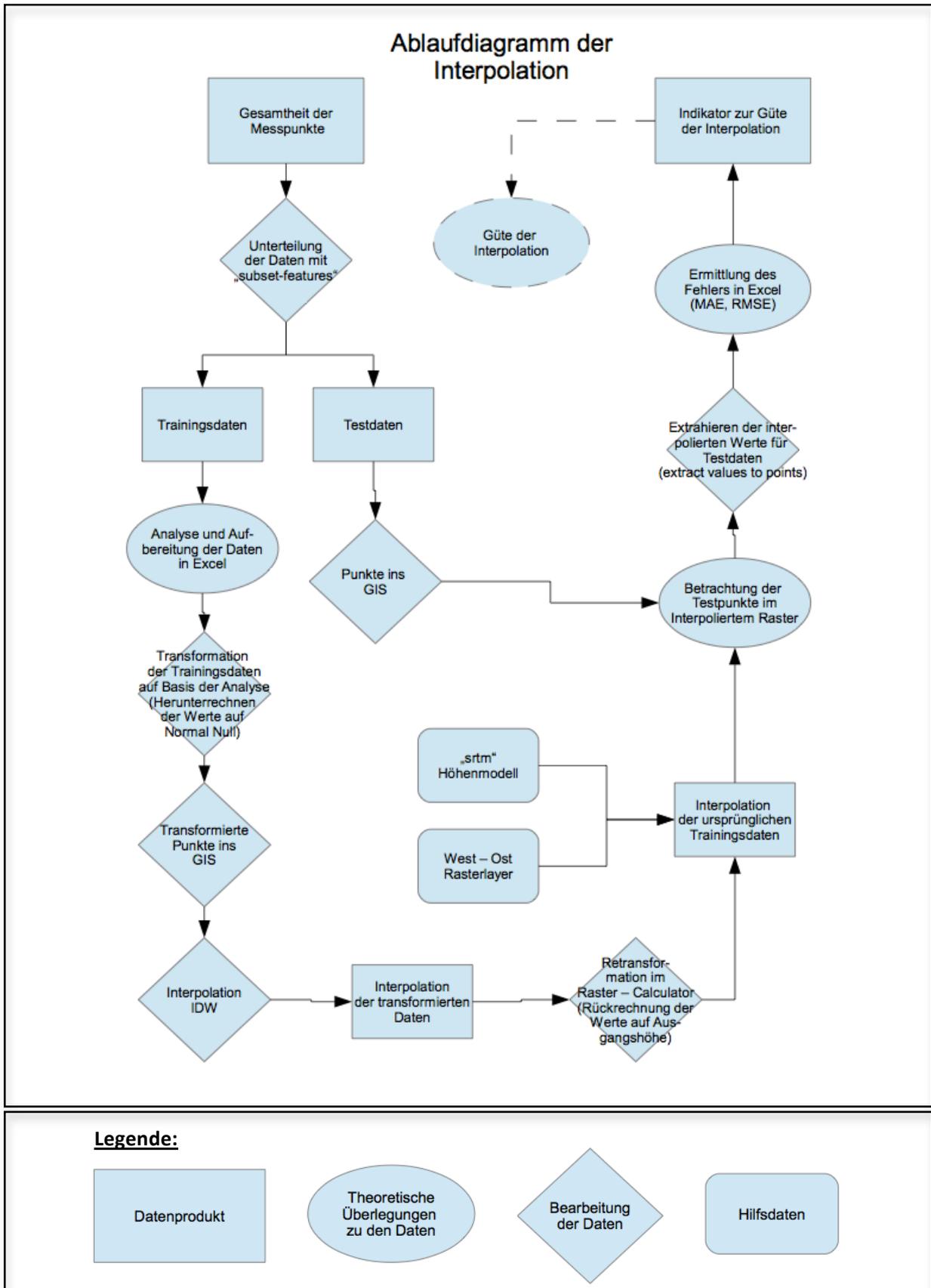
Die Längengrade werden dabei mittels eines einfachen Raster-Layers, welcher diese als Dezimalzahl von West nach Ost angibt, mit in die Berechnung integriert.

Schlussendlich erhalten wir eine finale Interpolation des Harzraumes.

Abschließend ist die Güte unserer Interpolation zu überprüfen. Hierzu verwenden wir unsere Testpunkte, welche wir zu Beginn extrahiert haben. Mithilfe der Funktion „Extract Values to points“ lassen sich die Werte der Interpolation zusammen mit den Messwerten der Testpunkte in einer Attributtabelle anzeigen. Mithilfe von Excel lassen sich nun die Abweichungen berechnen. Um den Fehler zu beschreiben, empfiehlt sich der durchschnittliche Fehler (auch: MAE bzw. Mean Absolute Error) sowie der durchschnittliche quadrierte Fehler (auch: RMSE bzw. Root Mean Squares Error). Bedingt durch die Quadrierung der Fehler fallen einzelne stärkere Abweichungen bei letzterem stärker ins Gewicht.

Eine Einschätzung der Güte der Interpolation allein mittels obengenannter statistischer Methoden ist jedoch recht schwierig, da eine Einordnung der Werte des MAE sowie des RMSE kompliziert ist. Aus diesem Grund haben wir uns entschieden, die Interpolation zum einen lediglich mithilfe der Ausgangswerte durchzuführen und zum anderen nur unter Bildung einer allgemeinen Regressionsgrade, welche den Zusammenhang zwischen Jahresniederschlagssumme und Höhe über NN für den gesamten Harzraum gemittelt beschreibt. Unter Zuhilfenahme dieser beiden Ergebnisse lässt sich nun das Ergebnis unserer komplexeren Interpolation besser einordnen.

3.2 Ablaufdiagramm



4. Ergebnisse und Diskussion

4.1 Beschreibung der Ergebnisse visuell

Die eingefärbte Interpolation (s. 4.5 Ergebniskarte, S. 16, Abb. 4) spiegelt deutlich unsere theoretischen Überlegungen zur Verteilung des Niederschlags wieder. Besonders viel Niederschlag fällt nach der Interpolation im westlichen Harz. Unmittelbar nach dem Längengrad, auf dem der Brocken liegt, ist eine deutliche Abschwächung des Niederschlags zu erkennen. Im Bereich des Oberharzes sind Täler durch einen deutlich geringer geschätzten Niederschlag markante Merkmale. Doch auch im östlichen Teil des Harzes kann allein aus der Betrachtung der Interpolation gut differenziert werden zwischen Pixeln mit einem höherem SRTM-Wert und niedriger gelegenen Pixeln. Die geringsten Niederschläge fallen nach der Interpolation im nordöstlichen Harzvorland. Im südwestlichen Harzvorland sind einzelne, geradlinig verlaufende Sprünge in der Interpolation zu bemerken. Da dieser Bereich jedoch nicht zu unserem Untersuchungsgebiet zählt, beeinträchtigt dieses Phänomen unsere Interpolation nur optisch. Der für den IDW typische „Bull’s-Eye-Effekt“⁴ taucht in unserer Interpolation nur in geringer Ausprägung auf. Sowohl am nördlichen als auch am südlichen Rand des Harzes gibt es ein paar Bereiche, die deutlich eine relativ kleine Niederschlagsmenge auf lokaler Ebene durch die Interpolation zugeschrieben bekommen haben. Bis auf diese optischen Mängel entspricht der visuelle Eindruck der Interpolation unseren vorherigen theoretischen Überlegungen und deren Auswirkung auf die Methodik.

4.2 Beschreibung der Validiererergebnisse

Wie bereits in der Methodik angedeutet, werden die interpolierten Werte für die Testdaten über das Tool „Extract Points To Values“ ermittelt. Diese können danach direkt mit den für die Stationen vom Deutschen Wetterdienst eingetragenen Werten verglichen werden. Die Abweichungen der geschätzten Werte von den tatsächlichen Werten betragen im Durchschnitt 54,66 mm (s. S. 14, Tab. 1) im Jahr (auch bekannt als MAE). Jedoch variieren die Schätzungsfehler an den einzelnen Stationen (s. Anhang, 7.2 Abweichungen der Testdaten von den interpolierten Werten, S. 20, Abb. 8). Die Validierungspunkte mit den kleinsten Abweichungen befinden sich im Osten des Harzes. Die größten Fehler weisen Stationen am westlichen Südrand des Harzes vor. Ebenso lassen sich starke Abweichungen im Zentrum des Untersuchungsgebietes östlich des Brockens verorten. In beiden Fällen war der Fehler positiv. Das heißt, dass mehr Niederschlag für die Punkte geschätzt wurde, als dort tatsächlich im

⁴ vgl. Peters, S. (2008): Ein Vergleich räumlicher Interpolationsverfahren für Ertragswerte im Weinbau. Dipl. München/León.

Jahr fällt. Es handelt sich hierbei um keine einzelnen Punkte, sondern um Cluster. Die Eigenschaften der Punkte in den Clustern ähneln sich in Bezug auf Höhe, den geschätzten Niederschlag und den tatsächlichen Niederschlag. Der südliche Cluster ist insofern zu erwarten, als dass dieser Bereich nicht in solch einer starken Luvlage liegt, was unser Modell jedoch impliziert. Bei dem zweiten Cluster wären aber tiefgreifendere Erklärungsansätze und Prüfungen nötig.

Ein weiterer Indikator zur Validierung ist der „root-mean-squared-error“ (RMSE). Der errechnete RMSE für unsere Interpolation beträgt 72,27 mm im Gegensatz zum vorher bereits erwähnten MAE mit 54,66 mm. Schlussfolgerungen aus dem Verhältnis zwischen MAE und RMSE sind jedoch nur sinnvoll zu ziehen, wenn die beiden im Vergleich zu verschiedenen Stichproben (in unserem Fall Interpolationen) betrachtet werden. Des Weiteren kann der Fehler noch durch die relative Variabilität beschrieben werden. Dabei wird der MAE relativ betrachtet zum arithmetischem Mittel des tatsächlichen Niederschlags aller Teststationen. Der MAE entspricht demnach 6,14 % des durchschnittlichen Niederschlags.

Wie bereits in der Methodik angedeutet, wurden neben der beschriebenen Interpolation noch zwei weitere Interpolationen durchgeführt. Dabei waren die Ausgangsdaten zwar stets gleich, nur wurden diese zur Interpolation entsprechend transformiert mit dem Ziel, die Güte der Schätzung zu verbessern. Die folgende Tabelle soll dies nun bestätigen. In ihr sind die jeweiligen Datengrundlagen aufgeführt, sowie das Ergebnis der Validierung.

Tabelle 1: Ergebnisse der Validierung

Datengrundlage der Interpolation	Unbearbeitete Niederschlagsdaten	Bearbeitete Niederschlagsdaten unter Einfluss der Höhe	Bearbeitete Niederschlagsdaten unter Einfluss der Höhe und der geographischen Länge
MAE	75,5 mm	72,4 mm	54,66 mm
Relative Variabilität	8,49 %	8,14 %	6,14 %
RMSE	97,82 mm	84,05 mm	72,27 mm
Variationskoeffizient	11 %	9,45 %	8,12 %

Während bei der ersten Variation des Interpolationsverfahrens nur eine kleine Verringerung des Fehlers zu beobachten war, hat sich die Abweichung der geschätzten Werte von den tatsächlichen Niederschlagssummen bei dem komplexeren Interpolationsverfahren maßgeblich verkleinert.

4.3 Diskussion der Kartengüte

Bei einer durchschnittlichen Abweichung von 6,14 % der Schätzung gegenüber den realen Werten lässt sich durchaus von einer gelungenen Interpolation sprechen. Insgesamt liegen jedoch auch einige Abweichungen vor, die einem bestimmten Muster zu folgen scheinen. Da aber kein räumlicher Zusammenhang zwischen den Gebieten besteht, in denen besonders große Fehler vorkommen, ist es schwer zu ergründen, welchen Ursprung diese Fehler haben. Durch die Wahl einer schwächeren Gewichtung der Distanz beim IDW sind größtenteils fließende Übergänge zwischen Trainingsdaten mit großen Unterschieden entstanden und konnten lokal konzentrierte Probleme wie der „Bull’s-Eye-Effekt“ nur in abgeschwächter Form auftreten. Jedoch macht sich dafür der von den Längengraden abhängige Gewichtungsfaktor der höhenabhängigen Niederschlagsregression bemerkbar. Vor allem in niedriger gelegenen Teilen des Untersuchungsgebietes ist der Abfall der interpolierten Niederschlagswerte nach Osten hin evident. Aus diesen Gründen eignet sich die Karte auch nicht zur Ermittlung von Werten, die außerhalb des Untersuchungsgebietes liegen. Für unser Untersuchungsgebiet aber bietet unsere Interpolation einen guten Ansatz zur Bestimmung lokaler, unbekannter Niederschläge.

4.4 Diskussion möglicher Einflussfaktoren

Bei unserer Gewichtung der Höhe nach Längengraden wurden die Gewichtungswerte willkürlich von uns mit den Längengraden in Verbindung gebracht. Selbstverständlich geschah dies aufgrund von Überlegungen, jedoch erfolgte die Gewichtung deterministisch und intuitiv. Dies kann durchaus Fehlerquellen bergen. In unserem Fall hat eine deutliche Verbesserung der Interpolation durch die Gewichtung stattgefunden, jedoch kann diese durchaus durch weitere Kalibrierungen der Gewichtungsfomel verbessert werden. Ein weiterer Einfluss für Fehler ist das SRTM-Höhenmodell. Da es über eine Auflösung von 70*70 Metern verfügt, sind eventuelle Abweichungen der Höhe eines Punktes im SRTM-Modell zu der angegebenen Höhe in den Daten des DWD’s zu erwarten. Aus diesen Abweichungen dürften sich keine extremen Fehler ergeben, dennoch ist eine Beeinflussung durch das angesprochene Problem nicht auszuschließen.

4.5 Ergebniskarte



Abbildung 5: Ergebniskarte

5. Fazit

Unsere Untersuchung der durchschnittlichen Jahresniederschläge von 1961 – 1990 zur Erstellung einer Interpolation mittels Inverse-Distance-Weighting (IDW) zeigte ein zufriedenstellendes Ergebnis, verglichen mit verschiedenen theoretischen Ansätzen zur Parametrisierung und Gewichtung. Die von uns gewählte Gewichtung beschränkt sich jedoch nur auf den spezifisch von uns ausgewählten Untersuchungsraum. Für die Interpolation eines größeren geographischen Raumes wären neue theoretische Überlegungen zur Verbesserung der Schätzung nötig.

Ebenso wäre es interessant, die gleiche Interpolation mit einem anderen Schätzungsverfahren durchzuführen. Dazu müssten die vorliegenden Werte auf eine Autokorrelation überprüft werden. Wäre dies der Fall, könnte die Anwendung einer stochastischen Interpolationsmethode, wie dem Kriging⁵, möglicherweise noch bessere Ergebnisse liefern.

Nicht zuletzt sind weitere theoretische Überlegung bezüglich der Niederschlagsverteilung im Harz und eine entsprechende Anpassung der Methodik sicherlich sinnvoll, um das Interpolationsergebnis weiter zu verbessern.

⁵ vgl. Longley et al. (2006): Geographic Information Systems and Science. Second Edition. Chichester.

6. Quellenverzeichnis

Buchquellen:

Hendl, Manfred (2002): Das Klima der Deutschen Mittelgebirgsschwelle. In: Hrsg.: Liedtke, Herbert; Marcinek, Joachim: Physische Geographie Deutschlands. Stuttgart, S. 79.

Longley et al. (2006): Geographic Information Systems and Science. Second Edition. Chichester.

Peters, S. (2008): Ein Vergleich räumlicher Interpolationsverfahren für Ertragswerte im Weinbau. Dipl. München/León.

Tobler, W. (1970): A computer movie simulating urban growth in the Detroit region. In: Economic Geography, Heft 46, S. 234-240.

Internetquellen:

Autor: Deutscher Wetterdienst.

In: URL: http://www.dwd.de/bvbw/appmanager/bvbw/dwdwwwDesktop?_nfpb=true&_pageLabel=_dwdwww_klima_umwelt_klimadaten_deutschland&T82002gsbDocumentPath=Navigation%2FOeffentlich-keit%2FKlima__Umwelt%2FKlimadaten%2Fkldaten__kostenfrei%2Fkldat__D__mittelwerte__node.html%3F__nnn%3Dtrue

[Abrufdatum: 15.01.2014]

7. Anhang

7.1 Parameterwahl

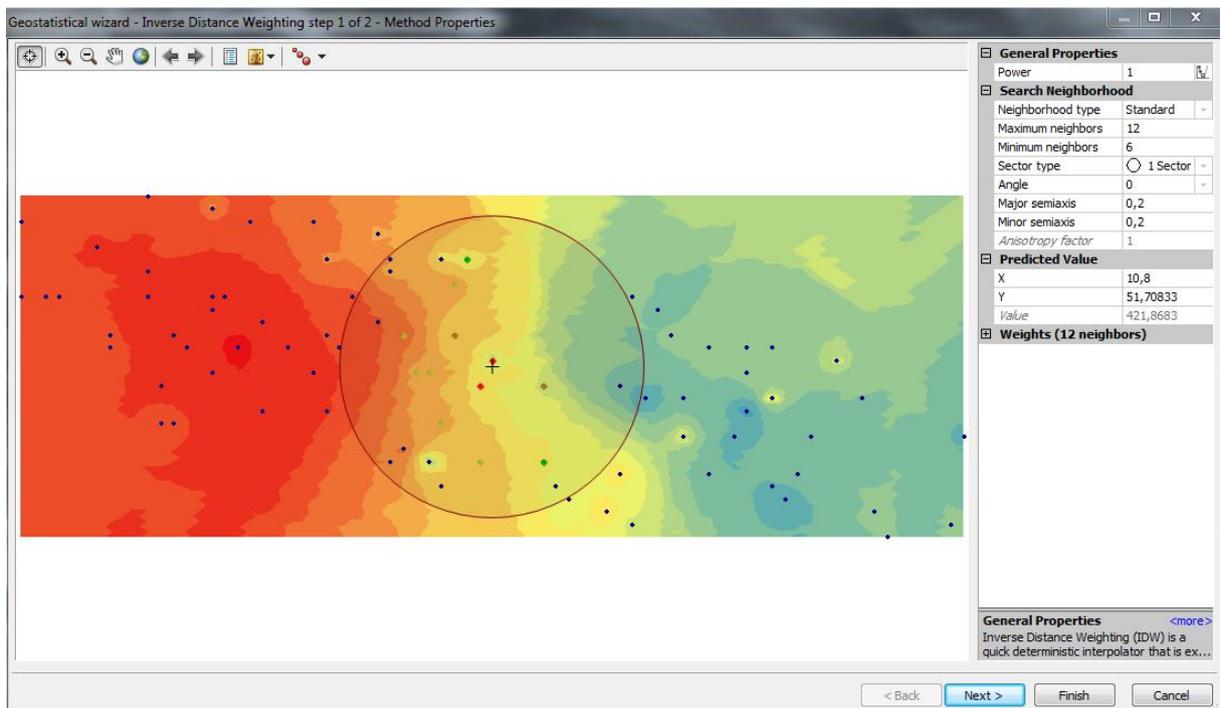


Abbildung 6: Parameterwahl des IDWs in ArcGIS

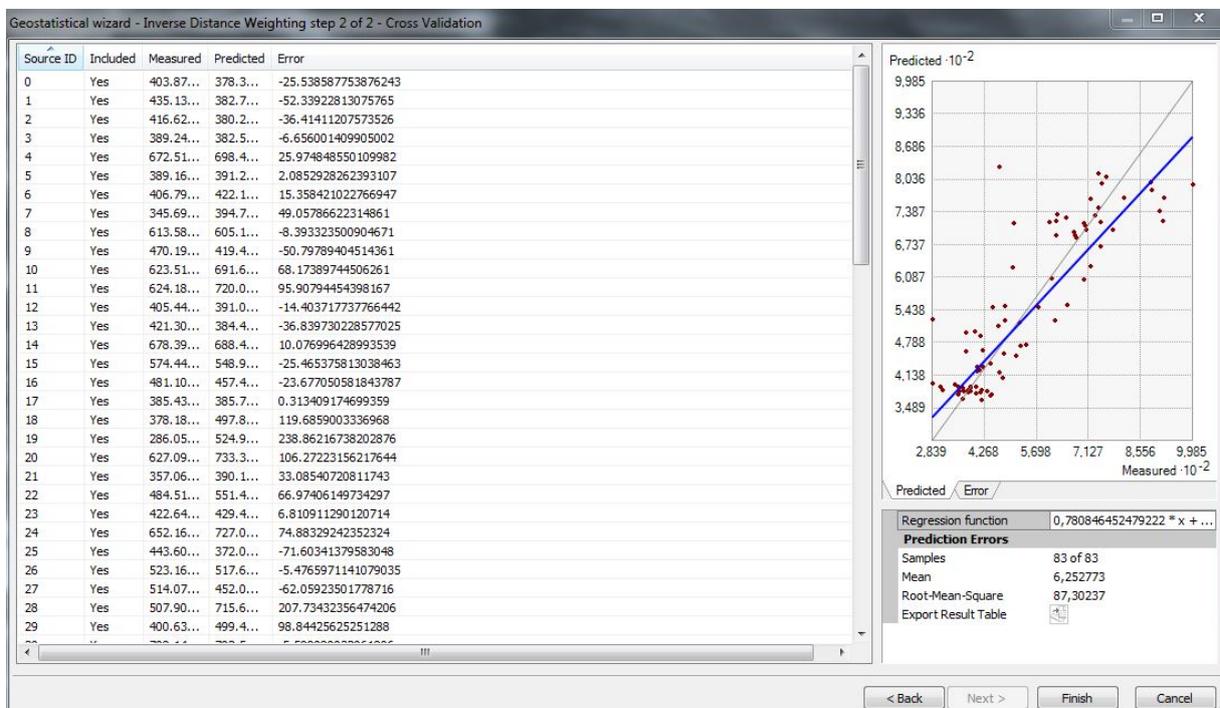


Abbildung 7: Kreuzvalidierung der angegebenen Parameter

7.2 Abweichungen der Testdaten von den interpolierten Werten

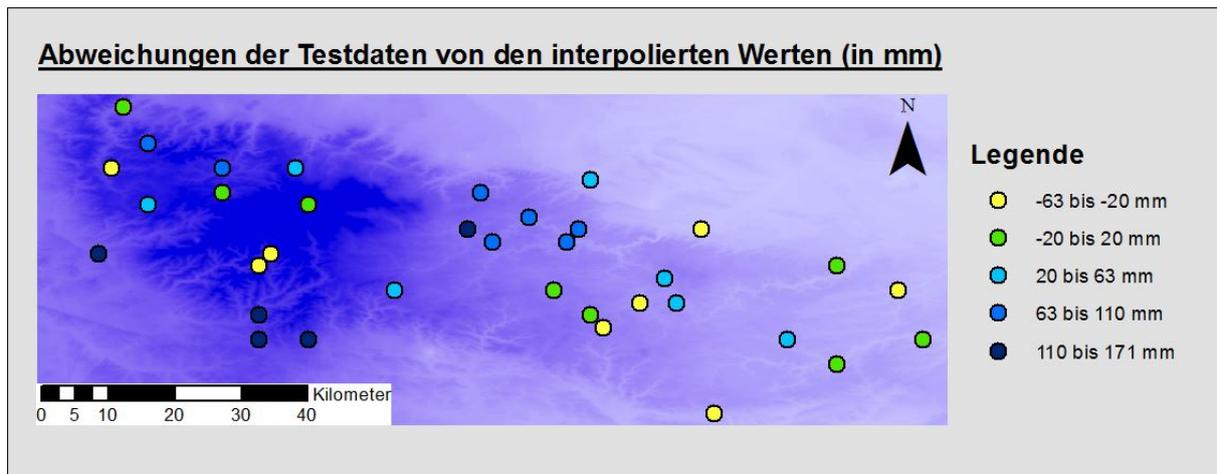


Abbildung 8: Fehlerverteilung der Testdaten