

Erste Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien

Wissenschaftliche Hausarbeit
im Fach Erdkunde

vorgelegt von **Michael Christian Schäfer**

Thema:

Klimazonierung von Georgien

**Dokumentation und Kritik bestehender Klimaklassifikationen
anhand von langjährigen Klimadaten und
mittels eines Geographischen Informationssystems.**



Gutachter: **Prof. Dr. Lorenz King**

Gießen, im Oktober 2003

Vorwort

Im Wintersemester 2002/2003 kam ich durch das von Prof. Dr. Lorenz KING geleitete Projekt „Bewässerungsbedarf ausgewählter Flusseinzugsgebiete in Georgien“ zum ersten Mal in Kontakt mit dem Land Georgien. Dieses Projekt wird im Zentrum für internationale Entwicklungs- und Umweltforschung (ZEU) der Justus-Liebig-Universität Giessen ausgeführt. Der Arbeit mit dem „Geographischen Informationssystem Georgien“ und klimatischen Fragestellungen galt damals schon mein besonderes Interesse.

Herrn Prof. Dr. Lorenz KING als Betreuer dieser Wissenschaftlichen Hausarbeit möchte ich hiermit herzlich für die Aufnahme in die Projektgruppe Georgien, die Betreuung beim Verfassen der Wissenschaftlichen Hausarbeit und die Möglichkeit zur Nutzung der Computerausstattung am Geographischen Institut danken. Nicht nur beim Arbeiten mit Geographischen Informationssystemen treten immer wieder Situationen auf, in denen man denkt, nicht weiter zu kommen. Herr Thomas HERZ, Frau Heike HARTMANN, Frau Simone PHILIPPI, Herr Dr. Stefan BECKER, Herr Jens-Philipp KEIL UND Herr Marco GEMMER halfen mir in solchen Situationen mit Tipps und Anregungen wesentlich weiter.

Im September 2003 konnte ich durch ein „Kurzstipendium zur Anfertigung von Abschlussarbeiten im Ausland“, gefördert vom Deutschen Akademischen Austauschdienst (DAAD), das landschaftlich beeindruckende und kulturell interessante Land Georgien kennen lernen. Ohne die vorherige Organisation von Frau Dr. Eliso NARIMANIDZE vom Zentrum für internationale Entwicklungs- und Umweltforschung (ZEU) der Justus-Liebig-Universität Giessen wäre vieles während des Aufenthaltes in Georgien nicht möglich gewesen.

Prof. N. BEGALISHVILI und Dr. T. TSINTSADZE vom Hydrometeorologischen Institut der Georgischen Akademie der Wissenschaften in Tbilisi lieferten Klimadaten, ohne die klimatische Berechnungen nicht hätten stattfinden können. Die sprichwörtliche georgische Gastfreundschaft verbunden mit sachkundigen Informationen wurde mir von Prof. T. URUSHADZE von der Georgischen Agrar - Universität in Tbilisi, Prof. B. MISHVELADZE vom Kvemo Kartli Regional Multiprofile Institut der Georgischen Agrar - Universität in Marneuli und Prof. R. JABNIDZE vom Agrar - Institut der Georgischen Agrar - Universität in Batumi zuteil. Herr Wacho NARIMANIDZE und Frau Nino NARIMANIDZE-KACHISHVILI zeigten fachkundig ihre Heimat Georgien und waren gute Dolmetscher bei Treffen mit georgischen Wissenschaftlern.

Frau Julia BOETTCHER stand mir nicht nur in Deutschland aufheiternd zur Seite, sondern begleitete mich auch nach Georgien und leistete konstruktive Kritik beim Verfassen der Arbeit. Meine Eltern und Freunde motivierten und unterstützten mich während meines gesamten Studiums.

Ihnen allen zusammen gilt mein herzlicher Dank.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung und Zielsetzung.....	1
2	Georgien – ein Land zwischen Schwarzem Meer und Kaukasus.....	3
2.1	Lage und Strukturdaten.....	3
2.2	Naturraum	4
2.3	Bevölkerung	6
2.4	Wirtschaft	8
3	Datengrundlage der klimageographischen Arbeiten	10
3.1	Klimadaten	10
3.2	Das Geographische Informationssystem Georgien.....	11
4	Ausarbeitung einer Niederschlagskarte von Georgien.....	15
4.1	Niederschlagsdaten.....	15
4.2	Methodik zur Erstellung von Niederschlagskarten.....	16
4.3	Niederschlagskarte von Georgien	17
4.3.1	Räumliche Verteilung des Niederschlags.....	17
4.3.2	Zeitliche Verteilung des Niederschlags	19
4.4	Vergleich mit bestehender Niederschlagskarte	24
5	Ausarbeitung von Temperaturkarten von Georgien.....	25
5.1	Temperaturdaten.....	25
5.2	Methodik zur Erstellung von Temperaturkarten.....	25
5.3	Temperaturkarten von Georgien für Januar und Juli	25
6	Klimazonierungen für Georgien.....	29
6.1	Georgien in der globalen Zonierung	30
6.1.1	Zonierung nach KÖPPEN und GEIGER (1928).....	30
6.1.2	Zonierung nach TROLL und PAFFEN (1963).....	30
6.1.3	Zonierung nach LAUER und FRANKENBERG (1987).....	31
6.1.4	Zonierung nach NEEF und FLOHN (1967)	31
6.2	Regional-klimatische Zonierung Georgiens.....	31
6.2.1	Zonierung nach ENDLICHER (2000).....	31
6.2.2	Zonierung nach LYDOLPH (1977)	31
6.2.2.1	Das nordkaukasische Vorland	33
6.2.2.2	Die Hochgebirgsregion des Großen Kaukasus	33
6.2.2.3	West –Transkaukasien.....	34
6.2.2.4	Ost –Transkaukasien	34
6.2.2.5	Das Armenische Plateau und der Kleine Kaukasus	35
6.2.3	Zonierung nach der Weltbank (1996).....	36

7	Ausarbeitung einer Klimakarte	38
7.1	Klassifizierung des Klimas nach KÖPPEN und GEIGER.....	38
7.2	Anwendung auf die Klimadaten von Georgien	41
7.3	Klimakarte Georgiens.....	41
7.3.1	Zonierung mit Thiessen-Polygonen.....	41
7.4.2	Zonierung unter Berücksichtigung der Höhe	43
8.	Zusammenfassung und Ausblick	48
9	Quellennachweis	50
9.1	Literatur	50
9.2	Karten und Atlanten.....	52
9.3	Internet	52

Anhang

Abbildungsverzeichnis

Abb. 2.1: Georgien und seine Nachbarländer.....	3
Abb. 2.2: Blick auf Tbilisi.....	4
Abb. 2.3: Georgien in der physischen Übersicht.....	5
Abb. 2.4: Blick auf Mzcheta von der Kirche Dschwari	6
Abb. 2.5: Die Regionen Georgiens	7
Abb. 2.6: Das Hotel Iveria am Platz der Republik in Tbilisi	9
Abb. 3.1: Screenshot aus dem GIS Georgien mit den 101 Klimastationen.....	11
Abb. 3.2: Attributtabelle zu einer ausgewählten Klimastation	12
Abb. 3.3: Die Klimastation Gudauri (2194 m ü.d.M.)	14
Abb. 4.1: Niederschläge im Jahr.....	17
Abb. 4.2: Niederschlagsmenge in Ost- und West-Georgien	18
Abb. 4.3: Jahresgang des Niederschlags	20
Abb. 4.4: Klimadiagramme zu Westgeorgien.....	22
Abb. 4.5: Klimadiagramme zu Ostgeorgien	23
Abb. 4.6: Niederschlagskarte.....	24
Abb. 5.1: Temperaturen im Januar im langjährigen Mittel	26
Abb. 5.2: Temperaturen im Juli im langjährigen Mittel.....	26
Abb. 5.3: Klimadiagramm von Tbilisi	28
Abb. 6.1: Systematischen Einteilung von Klassifikationsansätzen	29
Abb. 6.2: Darstellung der Klimaregionen Kaukasiens aus LYDOLPH	32
Abb. 6.3: Natürliche Agroklimatische Zonen nach der Weltbank	37
Abb. 7.1: Hauptklimazonen Georgiens	42
Abb. 7.2: Klimazonen Georgiens	42
Abb. 7.3: Klimakarte Georgiens.....	43
Abb. 7.4: Blick auf das Schwarze Meer bei Batumi	44
Abb. 7.5: Im Hinterland von Batumi	44
Abb. 7.6: Blick auf das Flussbett des Aragvi.....	45
Abb. 7.7: Unterwegs im Großen Kaukasus.....	45
Abb. 7.8: Blick auf den Kashbek (5047 m) im Großen Kaukasus.....	46
Abb. 7.9: Südlich von Sagarejo in der Steppe Georgiens.....	46
Abb. 7.10: Blick vom Höhlenkloster David Garetschien in die Halbwüste	47

Tabellenverzeichnis

Tab. 2.1: Bevölkerung nach Nationalität	6
Tab. 4.1: Niederschlags-Messperioden zu 76 Messstationen	15
Tab. 7.1: Die Hauptklimazonen nach KÖPPEN und GEIGER	39
Tab. 7.2: Zweite Unterteilung bei der Klassifikation von KÖPPEN und GEIGER.	40
Tab. 7.3: Dritte Unterteilung bei der Klassifikation von KÖPPEN und GEIGER	41

1 Einleitung und Zielsetzung

Georgien - ein Land zwischen Europa und Asien - steht aktuell im Blickpunkt des Interesses der USA und Russlands. Anlass ist die Ölpipeline Baku-Tbilisi-Ceyhan. Auch durch regionale Konflikte, vor allem in den abtrünnigen Republiken Abchasien und Südossetien, gerät das seit 1991 unabhängige Georgien immer wieder in die Schlagzeilen.

Neben vielen politischen Problemen hat Georgien nach dem Zerfall der Sowjetunion auch immense wirtschaftliche und ökologische Schwierigkeiten zu bewältigen. In dieser Arbeit soll auf eine Thematik eingegangen werden, die im Rahmen des von Prof. Dr. Lorenz KING geleiteten Projektes „Bewässerungsbedarf ausgewählter Flusseinzugsgebiete in Georgien“ als notwendige Ergänzung angesehen wird: Die Klimazonierung von Georgien. Das Projekt wird im Zentrum für internationale Entwicklungs- und Umweltforschung (ZEU) der Justus-Liebig-Universität Giessen ausgeführt.

„Das Klima der Erdoberfläche ist der langfristig gemittelte Atmosphärenzustand in seinen Wechselwirkungen mit der Erdoberfläche. Sein räumlicher Wandel ist kontinuierlich. So ist jede Klassifikation des irdischen Klimas ein Konstrukt zum besseren Verständnis eines an sich ‚grenzenlosen‘ Wandels.“ – so spricht FRANKENBERG (1988, S. 6) das Problemfeld der Klimaklassifikation an.

Eine allgemein gültige Aussage über das Klima eines gesamten Landes zu treffen ist schwierig, für Georgien nicht nur aufgrund der räumlichen Unterschiede unmöglich. Die Lage zwischen zwei Meeren, die Gebirge, die Täler sowie die Ebenen und Hochplateaus schaffen unterschiedliche mikroklimatische Verhältnisse. Zum einen verändern sich die Bedingungen in vertikaler Richtung mit zunehmender Höhe und zum anderen spielt in horizontaler Richtung die Entfernung zum Meer eine Rolle. Aber auch andere Faktoren wie zum Beispiel die Ausrichtung der Bergtäler kommen hinzu.

Im Mittelpunkt dieser Arbeit steht daher die Frage, welche Gebiete Georgiens sich zu Zonen mit ähnlichen klimatischen Verhältnissen zusammenfassen lassen.

Ziel der vorliegenden Arbeit ist die Dokumentation und Kritik bestehender Klimazonierungen und Klimaklassifikationen für Georgien sowie die Ausarbeitung einer Klimazonierung für Georgien anhand von langjährigen Klimadaten und mittels eines Geographischen Informationssystems.

Um diese Zielsetzung erreichen zu können, wird folgende Vorgehensweise gewählt:

Nach der Einleitung wird zunächst auf das Land Georgien und die landschaftlichen Verhältnisse eingegangen. Im Anschluss werden im dritten

Kapitel die Datengrundlagen für diese Arbeit vorgestellt. Im vierten Kapitel stehen die Niederschlagsverhältnisse im Vordergrund. Das Ergebnis soll eine Niederschlagsverteilungskarte für Georgien sein. Am Ende des fünften Kapitels liegen Temperaturkarten für Januar und Juli vor. Die Dokumentation und Kritik bestehender Klimazonierungen und Klimaklassifikationen für Georgien ist Inhalt des sechsten Kapitels. Im siebten Kapitel schließlich entsteht eine Klimakarte von Georgien. Eine Zusammenfassung und ein Ausblick beenden die Arbeit.

Methodisch gesehen steht die Beschäftigung mit dem „Geographischen Informationssystem Georgien“ im Vordergrund, obwohl diese moderne Methode sehr arbeitsintensiv ist. Grundlage für Berechnungen sind langjährige Klimadaten für Georgien vom Hydrometeorologischen Institut der Georgischen Akademie der Wissenschaften in Tbilisi. Bestehende Klimazonierungen und Klimaklassifikationen werden dokumentiert und mit den eigenen Arbeiten verglichen und kritisch hinterfragt.

Persönliche Eindrücke und Erfahrungen, die ich bei einem mehrwöchigen Aufenthalt in Georgien im September 2003 sammeln konnte, sind in die Arbeit eingeflossen. Georgien ist nicht nur geschichtlich und kulturell ein sehr interessantes Land, es beeindruckt den Reisenden zudem durch seine abwechslungsreiche Landschaft und die damit verbundene klimatische Vielfalt. Vom Gletscher bis zur sonnigen Meeresküste, von der Halbwüste bis zum subtropischen Tiefland - in Georgien kann man diese Kontraste innerhalb kürzester Zeit erleben und spüren.

2 Georgien – ein Land zwischen Schwarzem Meer und Kaukasus

In diesem Abschnitt wird ein Land vorgestellt, das sich nach Einschätzung der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) nach Bürgerkrieg und Staatskrise langsam wirtschaftlich erholt und sich auf dem Weg von der Planwirtschaft zur sozialen Marktwirtschaft befindet (vgl. KfW Länderinformation Georgien 2000, S. 3).

In den Blickpunkt öffentlichen Interesses gerät die seit 1991 unabhängige ehemalige Sowjetrepublik Georgien momentan durch die Planung und den Bau einer Ölpipeline vom Kaspischen Meer durch Georgien bis in die Türkei¹. Auch Entführungen und Konflikte, vor allem in den abtrünnigen Republiken Abchasien und Südossetien, haben Georgien in den letzten Jahren immer wieder in die Schlagzeilen gebracht².

2.1 Lage und Strukturdaten

Georgien erstreckt sich zusammen mit Armenien und Aserbaidschan auf einer Landbrücke zwischen dem Schwarzen und dem Kaspischen Meer. Mit einer Fläche von 69.700 km² hat Georgien in etwa die Größe Bayerns³. Einen Überblick über die Nachbarländer gibt die Abbildung 2.1.



Abbildung 2.1: Georgien und seine Nachbarländer (erstellt von M. Schäfer).
Grundlage für diese Karte ist das „GIS Georgien“ (vgl. Kapitel 3).

¹ „BP stellt 500 Millionen Dollar für BTC (= Baku-Tbilisi-Ceyhan) bereit“ in www.georgien-nachrichten.de vom 24.09.2003.

² „Georgien: Entführer verlangen Lösegeld für deutsche Blauhelm-Soldaten“ in www.DieWelt.de vom 10.06.2003.

³ Größe Georgiens nach Statistical Yearbook of Georgia 2001; Größe Bayerns mit 70.548 km² nach www.statistik.bayern.de (1999).

Im Gradnetz liegt Georgien zwischen dem 41. und 44. nördlichen Breitengrad. Die georgische Hauptstadt Tbilisi befindet sich dabei auf dem gleichen Breitengrad wie Rom.



Abbildung 2.2: Blick auf Tbilisi, im Mittelpunkt die Metechi-Kirche am Fluss Mtkvari (Aufnahme: M. Schäfer im September 2003).

2.2 Naturraum

Räumliche Gliederung

Die Landschaft Georgiens ist vielfältig. Nach Norden grenzt der Große Kaukasus mit dem höchsten Berg Georgiens, dem Mt. Shkara (5201 m), das Land gegen Russland ab. Der durch die Sage über Prometheus bekannte Kashbek (5047 m) ist auch im Großen Kaukasus zu finden. Dabei erstreckt sich die Gebirgskette in Georgien auf einer Länge von mehr als 700 km und geht im Osten nach Aserbaidschan über⁴. Im Süden bilden die Höhenzüge des Kleinen Kaukasus die natürliche Grenze zu Aserbaidschan, Armenien und der Türkei.

Der Große und der Kleine Kaukasus werden durch das in Nord-Süd-Richtung verlaufende Surami-Gebirge im Westen verbunden. Diese Gebirgskette trennt Georgien in einen westlichen und einen östlichen Landesteil. Zugleich bildet sie eine Wasserscheide. Alle Flüsse des westlichen Teils münden in das Schwarze Meer, die des östlichen Teils in das Kaspische Meer.

Der längste Fluss Georgiens ist der Alazani mit einer Länge von 390 km, seine Gesamtlänge über die Grenzen Georgiens hinaus beträgt 407 km. Der insgesamt 1515 km lange Mtkvari (Kura), der in der Türkei entspringt und ins Kaspische Meer mündet, fließt auf einer Länge von 351 km durch Georgien. Der Rioni folgt mit 333 km und geht nicht über Georgien hinaus (vgl. Statistical Yearbook of Georgia 2001, S. 22).

⁴ Ergebnis einer Messung im GIS Georgien; Gesamtlänge des Großen Kaukasus: 1100 km.

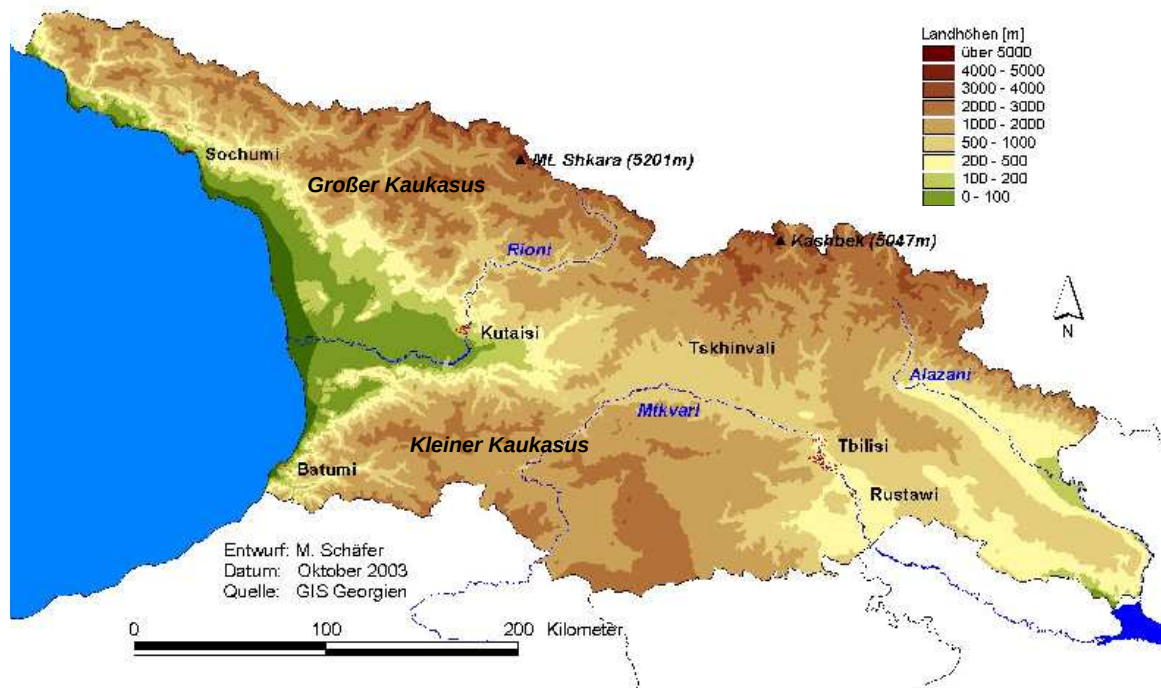


Abbildung 2.3: Georgien in der physischen Übersicht (erstellt von M. Schäfer).

Im GIS Georgien wurde durch Interpolation der Isolinien mit einer Äquidistanz von 100 m ein Digitales Höhenmodell (DHM) berechnet. Mit dem DHM konnte obige Karte erstellt werden.

Klima

Eine kurze Beschreibung des Klimas findet sich im CIA World Fact Book (vgl. www.cia.gov). Demnach ist das Klima Georgiens warm und angenehm und an der Schwarzmeerküste mediterran. Wichtige Einflüsse auf das Klima haben unter anderem die unterschiedlichen Höhenstufen der Gebirgszüge und die von Westen nach Osten hin zunehmende Kontinentalität.

Der Große Kaukasus trennt Georgien nicht nur politisch sondern auch klimatisch nach Norden hin von Russland ab. Er schützt Georgien vor den klimatischen Einflüssen der trockenen Steppen an Wolga und Don sowie vor den winterlichen Kälteeinbrüchen aus dem mittelasiatischen Raum. Ebenso hält der Kleine Kaukasus die sommerliche Hitze aus dem Raum des Iran und Irak ab. Schließlich wirken sich das Schwarze und das Kaspische Meer als klimatisch ausgleichend aus (vgl. KVAŠTIANI 2000, S. 14 f).

Die vielgestaltigen Landschaftsformen bedingen also eine entsprechend abwechslungsreiche Gliederung des Klimas und machen eine Klimazonierung nicht einfach. Die bestehenden Klimazonierungen Georgiens werden in dieser Arbeit vorgestellt.



Abbildung 2.4: Blick auf Mzcheta von der Kirche Dschwari (Aufnahme: M. Schäfer im September 2003).

2.3 Bevölkerung

Der Kaukasus wird der Berg der Sprachen genannt. Mehr als 45 verschiedene Sprachen werden gesprochen. Grund für die Entwicklung dieser Vielzahl an Sprachen ist die kleinräumige Gliederung des Kaukasus mit nur zwei ganzjährig passierbaren Übergängen auf einer Länge von mehr als 1000 km (vgl. KAUFMANN 2000, S. 12). Wie in der Tabelle 2.1 zu erkennen, machen die ethnischen Minderheiten in Georgien etwa 30 % der Gesamtbevölkerung aus.

Tabelle 2.1: Bevölkerung nach Nationalität (Quelle: www.parliament.ge und Statistical Yearbook of Georgia 2001).

Bevölkerung nach Nationalität		
Nationalität	absolut	%
Georgier	3.787.400	70,13%
Armenier	437.200	8,10%
Russen	341.200	6,32%
Aserbaidchaner	307.600	5,70%
Osseten	164.100	3,04%
Griechen	100.300	1,86%
Abchasen	95.900	1,78%
Ukrainer	52.400	0,97%
Kurden	33.300	0,62%
Juden	24.800	0,46%
Andere	56.500	1,05%
Total	5.400.700	100,00%

Der größte Teil der Georgier gehört der Georgisch-Orthodoxen Kirche an (65 %), 11 % sind muslimischen Glaubens, 10 % Russisch-Orthodox und 8 % Armenisch-Apostolisch, 6 % unbekannt (vgl. CIA World Fact Book auf www.cia.gov).

Die Gesamtbevölkerung Georgiens mit über 5,4 Mio. Menschen verteilt sich auf die zwölf Regionen Georgiens (vgl. Abb.2.5).



Abbildung 2.5: Die Regionen Georgiens auf Grundlage des GIS Georgien (erstellt von M. Schäfer).

Die Regionen Megrelien und Oberes Swanetien sowie Unterer Swanetien sind in der Abbildung 2.5 zusammengefasst als Samegrelo. Südossetien besteht aus dem nördlichen Teil des Inneren Kartli und kleinen Gebieten im Osten von Ratscha-Letschchumi und Imeretien.

Regionale Konflikte

Zu Regionalen Konflikten kam es zwischen der ehemaligen Autonomen Sozialistischen Sowjet-Republik Abchasien, die auf dem Territorium der Unionsrepublik Georgien liegt, und dem heute souveränen Staat Georgien. Diese ehemalige Urlaubsregion der Sowjetunion am Schwarzen Meer mit Hauptstadt Sochumi war im letzten Jahrzehnt des 20. Jahrhunderts heftig umkämpft, da sich die Abchasen weigerten, die Autorität des neuen georgischen Staates anzuerkennen. Auch die Regionen Adscharien mit Hauptstadt Batumi und Südossetien mit Hauptstadt Tschinvali wollen als unabhängige Staaten gelten.

2.4 Wirtschaft

Nach dem Zerfall der Sowjetunion hat in Georgien ein rapider Niedergang der Wirtschaftsleistung eingesetzt, dem eine einschneidende Verschlechterung der Existenzbedingungen der Bevölkerung folgte. Als Ursachen werden die innergeorgischen Konflikte sowie auch das Ende der engen Produktions- und Austauschbeziehungen zu den anderen Nachfolgerepubliken der Sowjetunion angesehen. Die rapide gestiegenen Kosten für importierte Energieträger haben die Produktion aller Branchen sehr schwer beeinträchtigt (vgl. Länderbericht Georgien 1994, S. 94). Die Kapazität der Wasserkraftwerke reicht nicht aus, um das gesamte Land mit Strom zu versorgen. Die Wärmekraftwerke sind auf die Einfuhr von Erdgas und Erdöl gegen Devisen aus Aserbaidschan angewiesen (vgl. Kvastiani 2000, S. 38). Aktuell laufen Verhandlungen über Strom-Import aus Russland und die Instandsetzung zweier Kraftwerke in Georgien (vgl. www.georgien-nachrichten.de vom 10.10.2003). Viele Industriebetriebe sind inzwischen zerfallen. Die Stadt Rustawi beispielsweise - einst das Zentrum der sowjetisch-georgischen Industrie - ist heute eine riesige Industriebrache (vgl. KAUFMANN 2000, S. 122 f).

Georgien verfügt über viele natürliche Ressourcen wie Bodenschätze, vor allem Manganerz und Kohle, Wasser zur Bewässerung trockener Gebiete sowie über fruchtbare Böden (vgl. KVASTIANI 2000, S.38).

Landwirtschaft

39% der Fläche Georgiens sind von Wald bedeckt, 12% werden als Ackerland genutzt und 28% sind Wiesen (vgl. www.erdkunde-online.de). Das subtropische Klima in Westgeorgien erlaubt den Anbau von Zitrusfrüchten, Feigen, Walnüssen, Tee und vielen anderen Früchten. Vor allem die kolchische Tiefebene im Westen Georgiens ist ein agrarischer Gunstraum. Zu den besonders fruchtbaren Gegenden Georgiens zählen außerdem das Alasani-Tal und das Iori-Tal in Kachetien, im Osten Georgiens. Sie werden auch als Brotkammer und Weinkeller Georgiens bezeichnet, da im Alasani-Tal neben Früchten aller Art vor allem Wein und im Iori-Tal Getreide angebaut wird (vgl. KVASTIANI 2000, S.192).

Überall im Land begegnen dem Reisenden Hirten mit Schafherden. Auf den Straßen bewegen sich zudem nicht nur Fahrzeuge sondern auch Rinder, Schweine und Hühner.

Tourismus

Die klimatische Vielfalt Georgiens bietet Touristen auf engem Raum viele Möglichkeiten, sei es Baden im Schwarzen Meer oder Skifahren im Kaukasus. Besonders die Schwarzmeerküste Georgiens war zu Sowjetzeiten ein beliebtes Reiseziel und wurde als „Riviera des Schwarzen Meeres“ bezeichnet. Vor allem aber hat Georgien sehr viel an Sehenswürdigkeiten und Kultur zu bieten.

Doch auch der Tourismus hat seit Anfang der 90er Jahre stark an Bedeutung verloren. Die Touristen von einst, deren Hauptanteil die Sowjetbürger stellten, haben heute eine größere Auswahl an Reiseländern mit denen Georgien konkurrieren muss. Auch die regionalen Konflikte trugen zur Schwächung des Tourismus bei. Die ehemaligen Hotels und Sanatorien in Abchasien sind Ruinen und im Rest des Landes von Flüchtlingen aus Abchasien bewohnt. Langsam steigt allerdings wieder die Anzahl der Hotels und anderer touristischer Angebote, und es entwickelt sich eine neue Art von individuellem Tourismus.



Abbildung 2.6: Das Hotel Iveria am Platz der Republik in Tbilisi, das von Flüchtlingen aus Abchasien bewohnt ist. Im Vordergrund das Standbild von David II, auch David, der Erbauer genannt (Aufnahme: M. Schäfer im September 2003).

Städte

Von den 5,4 Mio. Einwohnern Georgiens leben 1,14 Mio. in der Hauptstadt Tbilisi. Das entspricht mehr als einem Fünftel der Bevölkerung. Zweitgrößte Stadt mit 215.200 Einwohnern ist Kutaisi, gefolgt von Rustawi mit 138.300 Einwohnern. In Batumi am Schwarzen Meer leben 123.500 Menschen (vgl. Statistical Yearbook of Georgia 2001, S. 45).

3 Datengrundlage der klimageographischen Arbeiten

3.1 Klimadaten

Grundlage der klimageographischen Arbeiten sind langjährige Klimadaten aus Georgien. Diese Daten wurden im Januar 2003 vom Hydrometeorologischen Institut der Akademie der Wissenschaften in Tbilisi geliefert. Zu 101 Klimastationen in Georgien - zu denen die auf dem Titelbild abgebildete Klimastation in Gudauri (2194 m ü.d.M.) gehört - liegen folgende Daten vor:

allgemein:

- Name der Station
- Höhe ü.d.M.

Klimadaten für die letzte abgeschlossene Normalperiode 1961 bis 1990:

- monatliche Durchschnittstemperaturen
- absolute Minimaltemperaturen
- absolute Maximaltemperaturen
- monatliche Niederschlagswerte

Die Messung der Lufttemperatur und Mittelwertbildung nach den Mannheimer Stunden mit $T_m = \frac{1}{4} * (T_{7 \text{ Uhr}} + T_{14 \text{ Uhr}} + 2 * T_{21 \text{ Uhr}})$ wird in Georgien nicht angewandt. Bis 1935 wurde nach Angabe von Prof. N. BEGALISHVILI⁵ die Lufttemperatur dreimal täglich gemessen und daraus der Mittelwert gebildet. Von 1936 bis 1965 erfolgte die Messung viermal täglich. Seit 1966 wird achtmal täglich im Abstand von drei Stunden gemessen.

Im Zeitraum von 1930 bis 1960 waren in Georgien 240 Klimastationen in Betrieb. Zwischen 1960 und 1990 wurden an nur noch 101 Klimastationen Messungen durchgeführt. Sie bilden die Datengrundlage der vorliegenden Arbeit. Einen Überblick über diese 101 Klimastationen liefert die Tabelle A.4 im Anhang. Heute werden nach Auskunft von Dr. T. TSINTSADZE⁶ lediglich noch 44 dieser 101 Klimastationen genutzt. In der Tabelle A.4 im Anhang sind diese mit einem Stern gekennzeichnet.

⁵ Prof. N. BEGALISHVILI ist Direktor des Hydrometeorologischen Instituts der Georgischen Akademie der Wissenschaften in Tbilisi.

⁶ Dr. T. TSINTSADZE ist Deputy Direktor des Hydrometeorologischen Instituts der Georgischen Akademie der Wissenschaften in Tbilisi.

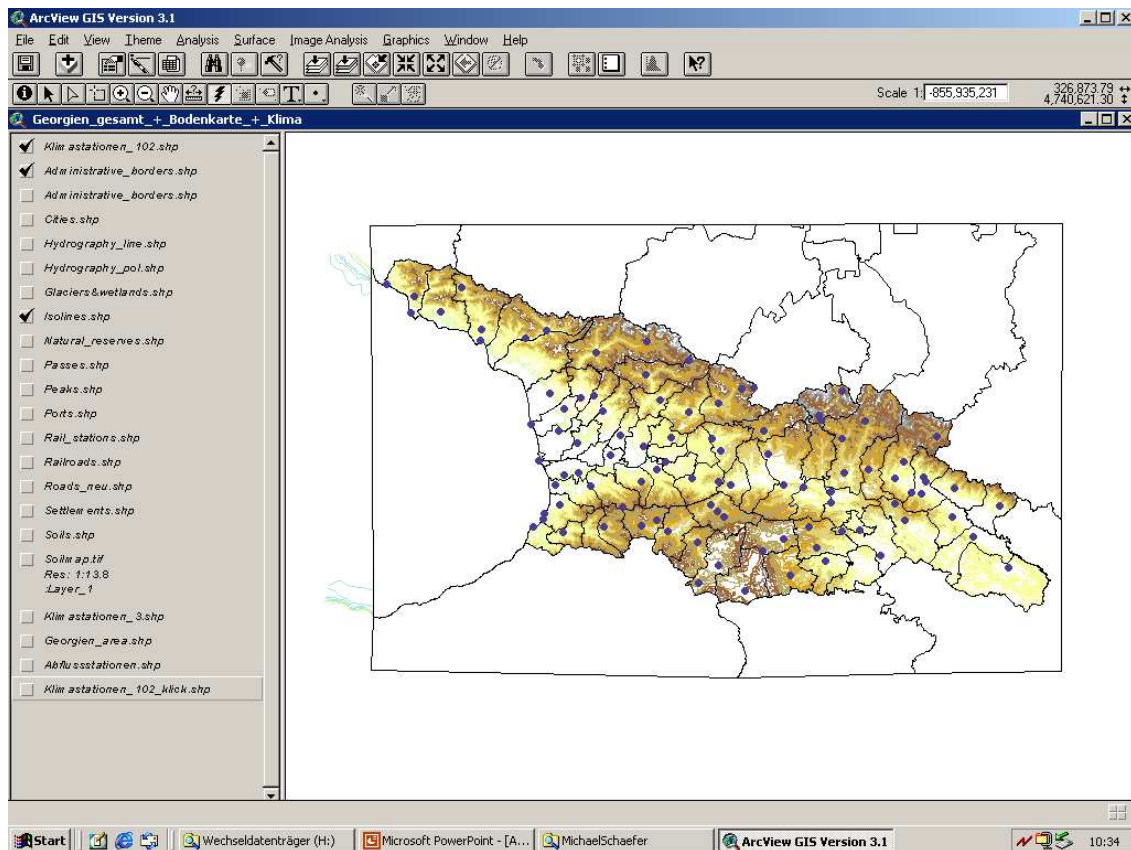


Abbildung 3.1: Screenshot aus dem GIS Georgien mit den 101 Klimastationen (erstellt von M. Schäfer).

3.2 Das Geographische Informationssystem Georgien

Jede Klimastation wurde im „GIS Georgien“ mit einem Punkt verortet. Als Angaben dienen der Ortsname, die Höhe ü.d.M. und die ungefähre Lage der Station auf der Karte A.5 im Anhang. Die Zuordnung einiger Klimastationen erwies sich als schwierig, da genaue Koordinaten fehlen und manche Ortsnamen in Georgien mehrfach vorkommen. Ein generelles Problem ist das der Transkription von der georgischen in die deutsche Sprache, so dass der gleiche Ortsname unterschiedlich geschrieben wird. Für die klimatischen Fragestellungen ist es allerdings elementar wichtig, dass die Lage der Klimastationen im GIS Georgien korrekt ist. Während des Aufenthaltes in Georgien im September 2003 wurden die Probleme, die bei der Verortung auftraten, in einem Gespräch mit Dr. TSINTSADZE erörtert, so dass schließlich alle Klimastationen im GIS in einem zum Erreichen der Zielsetzung ausreichend genauem Maß eingetragen werden konnten. Auch andere Fragen zu den Klimadaten wurden beantwortet. Nach der Plausibilitätskontrolle und der statistischen Bearbeitung der Klimadaten in MS-Excel sind diese in dbf-Tabellen in das „Geographische Informationssystem Georgien“ integriert worden.

Das Geographische Informationssystem mit den integrierten Klimastationen wurde so programmiert, dass bei der Auswahl einer Klimastation mit der Maus folgende Informationen erscheinen (vgl. Abb. 3.2):

- Name der Station
- Höhe ü.d.M.
- Messperiode
- Fehlende Monate innerhalb der Messperiode (Anzahl)
- Durchschnittliche Jahrestemperatur
- Monatliche Durchschnittstemperaturen (Jan. bis Dez.)
- Absolute Minimaltemperatur
- Absolute Maximaltemperatur
- Durchschnittlicher Jahresniederschlag
- Monatlicher durchschnittlicher Niederschlag (Jan. bis Dez.)
- Absoluter Minimalniederschlag (mit Datum)
- Absoluter Maximalniederschlag (mit Datum)

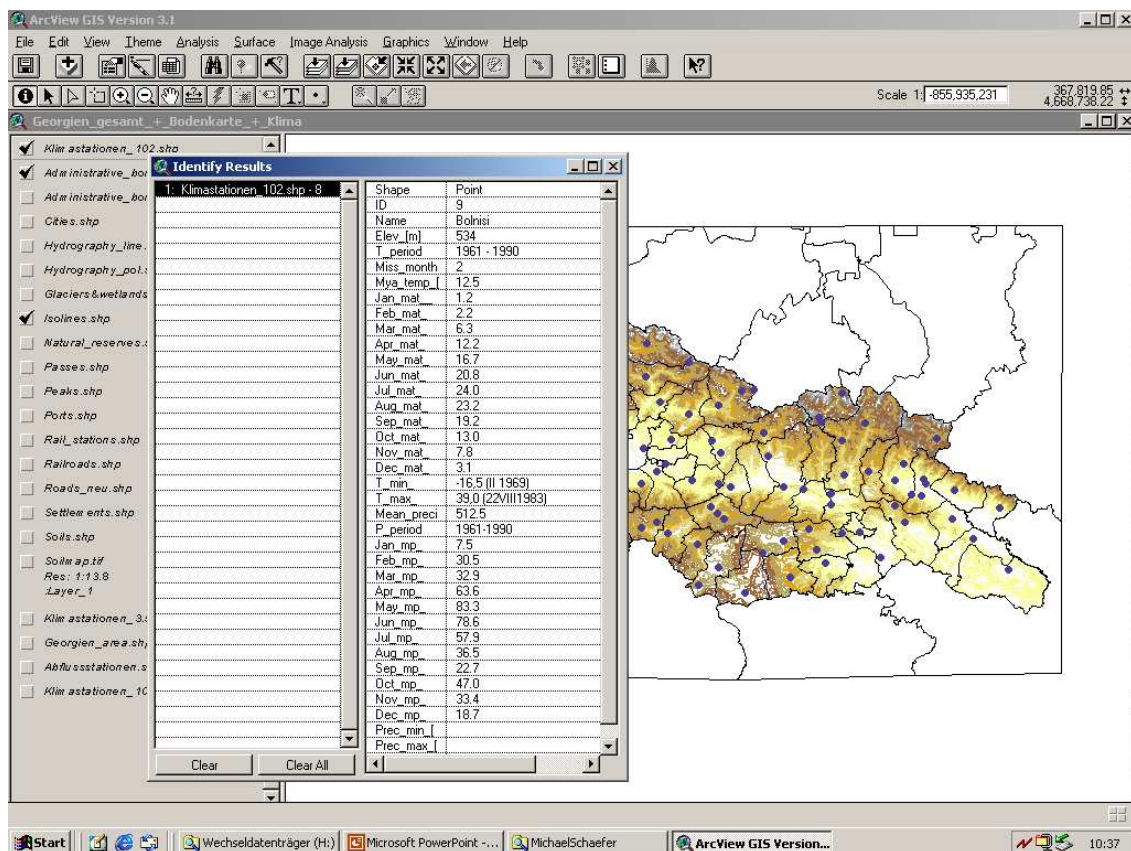


Abbildung 3.2: Screenshot mit der Attributtabelle zu einer ausgewählten Klimastation (erstellt von M. Schäfer).

Das im Jahr 2002 von dem GIS Center Geographic in Tbilisi erworbene GIS Georgien enthält 14 Themen als shape-files. Die Arbeit mit den shape-files erfolgt im Programm ArcView GIS 3.1.

Die Attribute sind im Einzelnen:

- *administrative borders*
 - o state
 - o region
 - o district
- *cities*
 - o name
 - o type (cities, urban villages, villages)
- *glaciers & wetlands*
 - o type (glaciers, wetlands)
- *hydrography lines*
 - o name
 - o type (branch, canal, intermittent, named river, unnamed river)
- *hydrography polygons*
 - o name
 - o type (canal, lake, river, reservoir)
- *isolines*
 - o elevation
- *natural reserves*
 - o name
- *passes*
 - o name
 - o elevation
 - o period
- *peaks*
 - o name
 - o elevation
- *ports*

- o type (airport, heliport, seaport)
- *rail stations*
 - o name
 - o pass name
 - o pass id
 - o distance
- *railroads*
 - o name
 - o distance
 - o pass id
- *roads*
 - o type (motorways, improved highways, highways, cities through-passing roads, improved ground roads, rural ground roads, cart roads, sea routes)
 - o codes
- *settlements*
 - o name
 - o sakrebulo
 - o district
 - o region
 - o status (capital of state, center of district, center of region, center of sakrebulo, without status)

Die obigen Themen können als Grundlage für verschiedene topographische und thematische Karten dienen. Mit den eingefügten Klimadaten ist die Beantwortung klimatischer Fragestellungen möglich. In den nächsten beiden Kapiteln soll dabei zum einen auf die Niederschlags- und zum anderen auf die Temperaturverteilung eingegangen werden.



Abbildung 3.3: Die Klimastation Gudauri (2194 m ü.d.M.) (Aufnahme: M. Schäfer im September 2003).

4 Ausarbeitung einer Niederschlagskarte von Georgien

4.1 Niederschlagsdaten

Zur Erstellung einer Niederschlagskarte sind langjährige Niederschlagsmesswerte notwendig. Zu 76 der 101 Klimastationen Georgiens liegen Niederschlagsdaten vom Hydrometeorologischen Institut der Georgischen Akademie der Wissenschaften in Tbilisi vor. Die Messreihen von 41 Stationen decken den Zeitraum 1961 bis 1990 ab (vgl. Tabelle A.4 im Anhang).

Zusammengefasst ergibt sich folgende Aufstellung:

Tabelle 4.1 Niederschlags-Messperioden der 76 Messstationen, zu denen Niederschlagsdaten vorliegen (erstellt von M. Schäfer).

Messperiode	Anzahl der Klimastationen
1959 - 1990	1 (mit Lücken)
1959 - 1992	1 (mit Lücken)
1960 - 1988	2
1961 - 1980	1
1961 - 1987	3
1961 - 1988	4
1961 - 1989	1
1961 - 1990	41
1964 - 1990	1
1966 - 1983	1
1966 - 1990	15
1967 - 1990	1
1970 - 1992	1
1977 - 1990	3

Nimmt man als Grundlage für eine Niederschlagskarte den Zeitraum 1961 bis 1990, so können die Daten von 41 Stationen genutzt werden. Beschränkt man den Zeitraum auf 1966 bis 1990, ist die Interpolation mit 56 Stationen möglich. Es stellt sich die Frage, inwiefern die fehlenden fünf Jahre 1961 bis 1965 den Niederschlagsmittelwert der Messperiode verändern. Berechnet werden dazu die jährlichen Niederschlagsmittelwerte der Stationen mit Messperiode 1961 bis 1990 für den Zeitraum 1966 bis 1990.

Als Ergebnis lässt sich feststellen: Die Abweichungen der Mittelwerte für den Zeitraum 1966 bis 1990 vom Mittelwert der gesamten Messperiode sind prozentual minimal, so dass die Stationen noch zur gleichen Klasse bei der Legende der Niederschlagskarte gehören wie für den gesamten Zeitraum (siehe Tabelle A.6 im Anhang). Daher gehen in die Niederschlagskarte alle vorhandenen Datensätze ein. Bei der Bearbeitung der Temperaturkarten hingegen (siehe Kapitel 5) wird eine weitere Differenzierung nötig.

4.2 Methodik zur Erstellung von Niederschlagskarten

Die Verortung der Klimastationen und die Anbindung der Klimadaten sind Voraussetzungen für die Erstellung der Niederschlagskarte. Aufgrund der punktuellen Niederschlagsmittelwerte für die entsprechende Messperiode kann noch keine Auskunft über die Niederschlagsverteilung getroffen werden. Eine flächenhafte Interpolation ist notwendig. Die verwendete GIS-Software ArcView GIS 3.1 bietet hierfür folgende drei Methoden an:

Thiessen-Polygone

Bei den Thiessen-Polygonen wird jedem Punkt im Raum der Wert des jeweils nächstliegenden Punktes mit einem Messwert zugewiesen. Auch für nominal- und ordinal-skalierte Daten kann diese Methode daher angewandt werden. Im Abschnitt 4.3.2 wird die Zonierung mit Thiessen-Polygonen beim Jahresgang des Niederschlags angewandt. Die Bildung der Klimazonen im Kapitel 7 erfolgt zunächst mit Thiessen-Polygonen.

IDW-Methode

Bei der IDW- (= Inverse Distance Weighted-) Methode wird davon ausgegangen, dass der Einfluss eines Messwertes auf den umliegenden Raum mit zunehmender Entfernung geringer wird. Der zu interpolierende Wert wird durch ein gewichtetes arithmetisches Mittel der benachbarten Werte geschätzt. Die Gewichte sind dabei umgekehrt proportional zum Abstand zwischen gemessenem Ort und zu interpolierendem Ort.

Kriging

Kriging ist ein komplexes Interpolationsverfahren, das aus mehreren Schritten besteht. Die Idee dabei ist, dass die zu interpolierende Fläche als Realisierung eines Zufallsprozesses gesehen wird. Vor der eigentlichen Interpolation ist die Erstellung und Auswertung von Variogrammen notwendig (vgl. SAUER 2002, S. 49).

Welche Methode eignet sich am besten zur Interpolation einer Niederschlagsverteilungskarte: Thiessen-Polygone, IDW-Methode oder Kriging? Da bei den Thiessen-Polygonen keine Zwischenwerte existieren, scheidet diese Methode bei der Niederschlagsverteilungskarte aus. Aufgrund der starken Abhängigkeit vom Variogramm beim Kriging und der damit verbundenen Beeinflussbarkeit wird in dieser Arbeit die IDW-Methode angewandt. Zur Interpolation werden die 12 nächsten Nachbarpunkte herangezogen.

4.3 Niederschlagskarte von Georgien

Das Ergebnis der Interpolation mittels IDW in ArcView GIS 3.1 ist die Niederschlagskarte in Abb. 4.1.

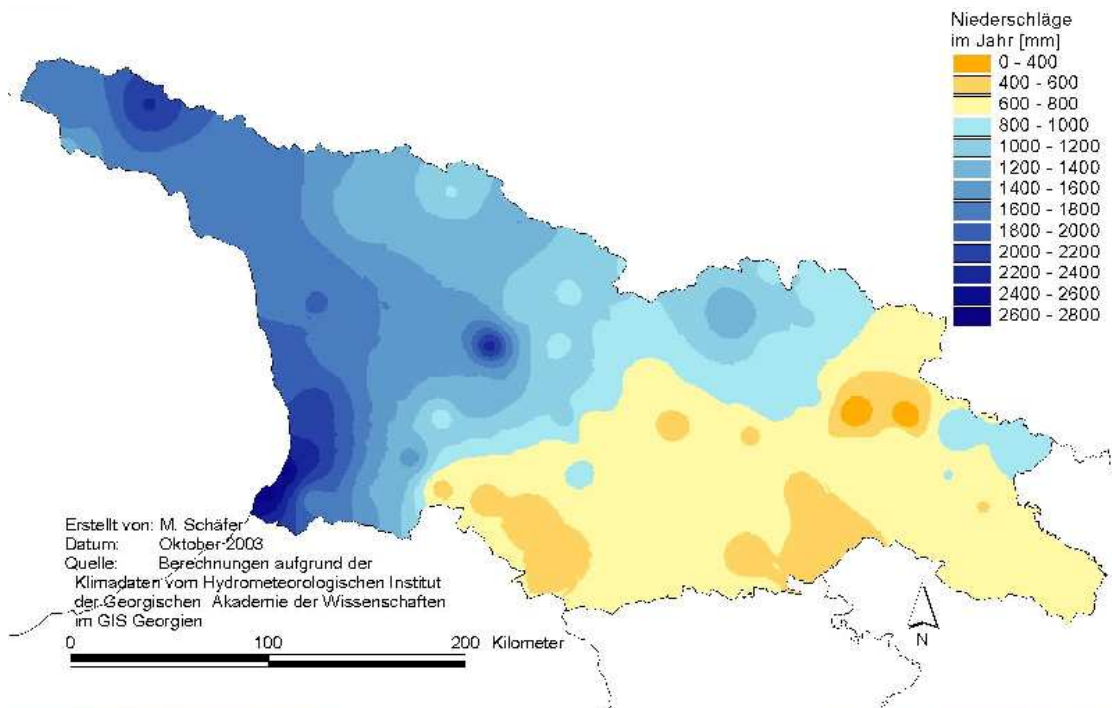


Abbildung 4.1: Niederschläge im Jahr (erstellt von M. Schäfer).

Grundlage für die Karte „Niederschläge im Jahr“ sind die durchschnittlichen Jahressummen des Niederschlags zu 76 Klimastationen in Georgien. Als Interpolationsmethode wurde IDW (= Inverse Distance Weighted) angewandt. Berücksichtigung fanden dabei die zwölf nächsten Nachbarstationen.

Bei der Legendengestaltung wurde der Wechsel von den Gelb-Tönen für trockenere Gebiete zu den Blau-Tönen für feuchtere Gebiete bei 800 mm festgelegt. Der Abstand zwischen zwei Klassen wurde ab einer Niederschlagsmenge von 400 mm auf 200 mm gesetzt, um die Anzahl der Klassen nicht zu groß werden zu lassen und eine farbliche Differenzierung im GIS zu gewährleisten.

4.3.1 Räumliche Verteilung des Niederschlags

Nach LYDOLPH (1977, S. 200 f) hat Kaukasien die komplizierteste Niederschlagsverteilung der gesamten ehemaligen Sowjetunion. Dies bezieht er sowohl auf die zeitliche als auch auf die räumliche Verteilung. Beim Betrachten obiger Niederschlagskarte (Abb. 4.1) kann man erkennen, dass es in Georgien Klimastationen mit weniger als 400 mm Jahresniederschlag (Axmeta 199 mm), aber auch solche mit mehr als 2700 mm Jahresniederschlag (Batumi 2704 mm) gibt.

Seinen Untersuchungen zufolge sind die jährlichen Niederschlagssummen entlang der Schwarzmeerküste am höchsten. Dabei steigen sie vom nördlichen

zum südlichen Teil an. Ein Blick auf die ausgearbeitete Niederschlagskarte bestätigt diese Aussagen. Während in Sokhumi die jährliche Niederschlagssumme 1634 mm beträgt, steigt sie über Zugdidi mit 1829 mm bis nach Batumi auf 2704 mm an (vgl. Abbildung 4.2).

Aber auch im Nordwesten Georgiens bzw. in Abchasien erreicht die jährliche Niederschlagssumme durch Steigungsregen etwa 40 km landeinwärts⁷ 2219 mm bei der Klimastation Fsxou, die mit einer Höhe von 685 m im Übergang vom Tal zu den Höhen des Großen Kaukasus liegt. Eine weitere Station mit einer relativ hohen Niederschlagsmenge ist Tkibuli auf einer Höhe von 535 m. Tkibuli befindet sich etwa 110 km landeinwärts¹ ähnlich wie Fsxou vor hohen Gebirgsmassiven des Großen Kaukasus.

FRANZ (1973, S. 216) nennt als Ursachen für die hohen Niederschlagsmengen an der Küste vom Schwarzen Meer her kommende Zyklonen, die sich ausregnen und durch Konvektionsniederschläge aufgrund der starken Erwärmung noch verstärkt werden. Bei detaillierter Betrachtung stellt FRANZ fest, dass in Abhängigkeit von der Lage innerhalb des Kaukasus, von den Großformen und der Exposition zu den niederschlagsbringenden Luftströmungen, auch auf engem Raum bedeutende Niederschlagsunterschiede auftreten können. Der große Anteil von Konvektionsregen an den sommerlichen Niederschlägen führt nach FRANZ gelegentlich zu heftigem Starkregen.

LYDOLPH stellt fest, dass in Südkaukasien die Niederschlagsmengen ostwärts rapide abnehmen. Auf der Niederschlagskarte wird deutlich, dass sich die Niederschlagsmengen in Georgien von West nach Ost verringern (siehe Abb. 4.2).

Die Abnahme der Niederschlagsmengen landeinwärts führt FRANZ auf den Abstand zum Schwarzen Meer und die Lee-Lage zu vorgelagerten Gebirgsketten wie dem Surami-Gebirge zurück, das den Großen mit dem Kleinen Kaukasus verbindet und die Wasserscheide zwischen Schwarzem und Kaspischen Meer bildet.

⁷ Messung im GIS Georgien

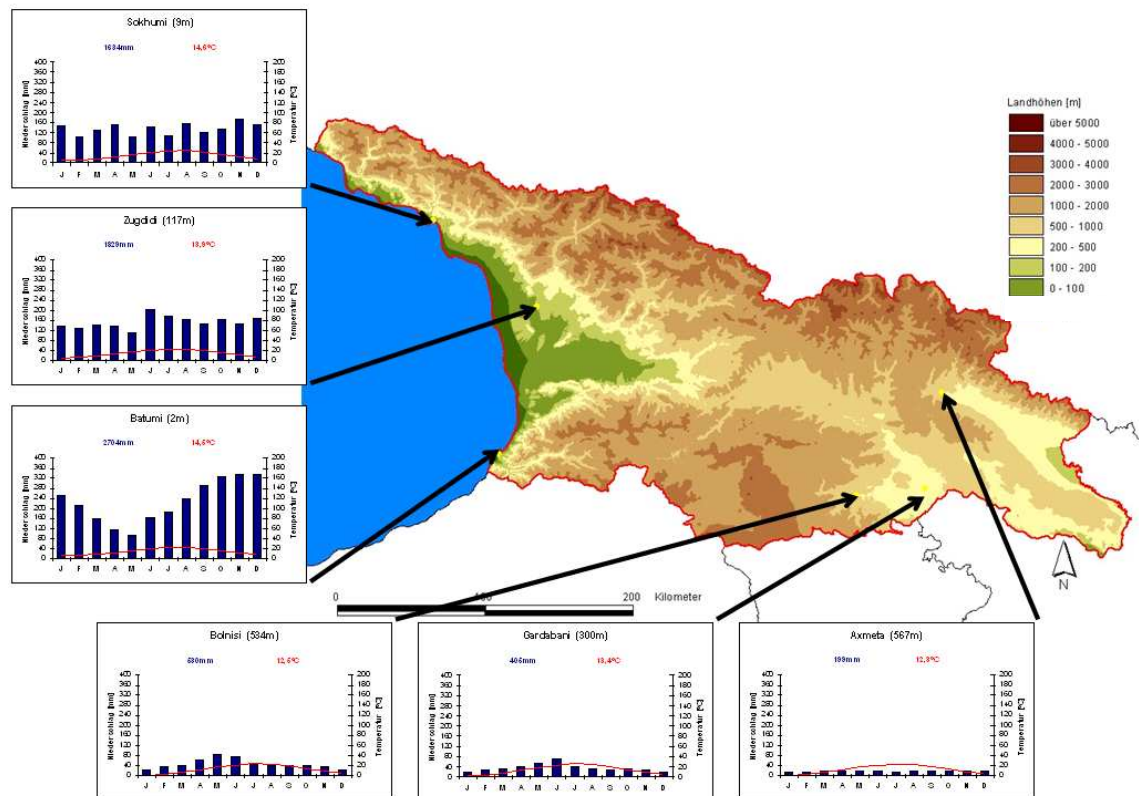


Abbildung 4.2: Unterschiede in der Niederschlagsmenge zwischen Ost- und West-Georgien (erstellt von M. Schäfer).

Hintergrundbild ist die Höhenkarte von Georgien, die aufgrund des Digitalen Höhenmodells erstellt werden konnte. Eingelegt wurden drei Klimadiagramme zu Klimastationen an der Schwarzmeerküste, die einerseits die hohen Niederschlagsmengen im Westen verdeutlichen, zum anderen aber auch die Entwicklung des Niederschlags entlang der Schwarzmeerküste. Im Gegensatz dazu stehen die drei Klimadiagramme zu Klimastationen in West-Georgien, die den trockenen Charakter dieser Landschaft ausdrücken.

4.3.2 Zeitliche Verteilung des Niederschlags

Der Jahresgang des Niederschlags wird quantitativ betrachtet. Dazu berechnet man das Verhältnis von Sommer- zu Winterniederschlägen. Bei SIEGMUND (1995, S. 167) findet sich folgende Berechnungsformel:

$$i = \frac{\text{Summe der Sommerniederschläge}}{\text{Summe der Winterniederschläge}} \cdot 100.$$

Als Sommerniederschläge werden auf der Nordhalbkugel die Niederschläge in den Monaten Mai bis Oktober betrachtet, von November bis April fallen folglich die Winterniederschläge.

Die auf diese Weise berechneten Werte lassen sich nach SIEGMUND (1995, S. 168) wie folgt klassifizieren:

Winterniederschlag	$i < 90\%$
Ganzjährige Niederschläge	$90\% \leq i < 120\%$
Sommerniederschlag	$i \geq 120\%$

Die Darstellung des Ergebnisses für Georgien erfolgt in Abbildung 4.3.

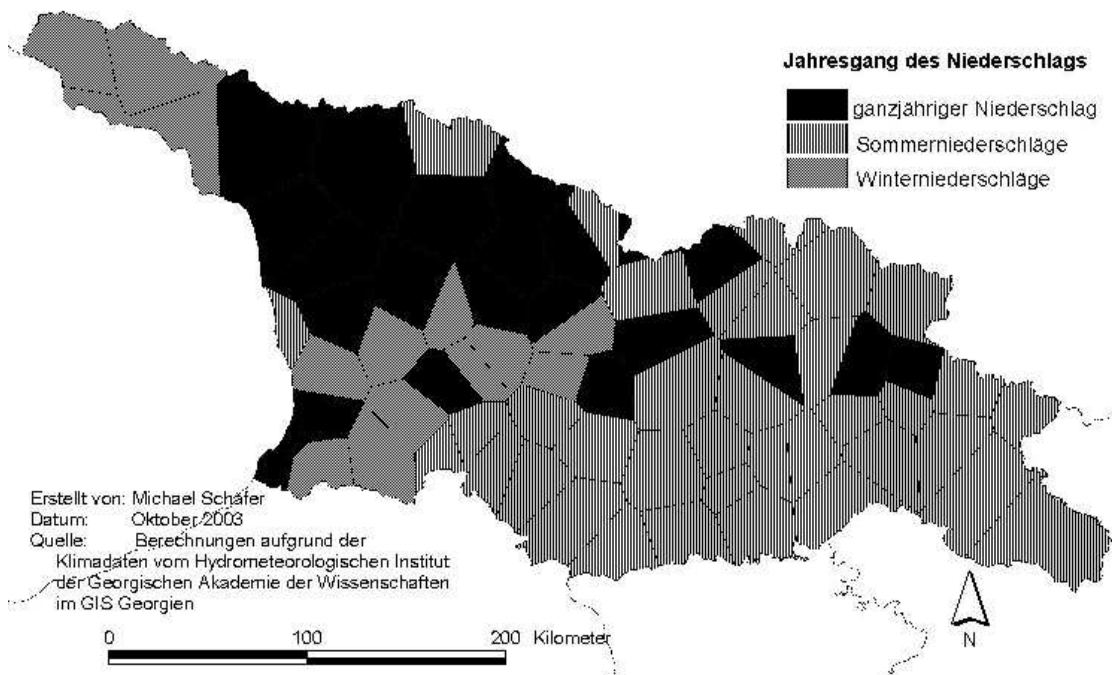


Abbildung 4.3: Jahresgang des Niederschlags (erstellt von M. Schäfer).

Zu jeder Klimastation mit Niederschlagsdaten wurde in MS-Excel die Summe der Sommer- und die der Winterniederschläge gebildet. Nach obiger Formel wurden diese Summen ins Verhältnis gesetzt. Aufgrund der angegebenen Abgrenzung des Quotienten i konnte jeder Klimastation ein Jahresgang der Niederschläge zugeordnet werden. Die flächenhafte Interpolation in ArcView GIS 3.1 erfolgte wegen des qualitativen Skalenniveaus mit Thiessen-Polygonen.

Die Beziehung zwischen den Summen des Sommer- und des Winterniederschlags gibt ein Verhältnis wieder und enthält keine Information über die Mengen des Niederschlags (vgl. Abbildung 4.1). In Abchasien und im südlichen Teil der Kolchischen Tiefebene sind die Winterniederschläge höher als die Sommerniederschläge. Im nördlichen Teil der Kolchischen Tiefebene und im westlichen Großen Kaukasus fällt ganzjährig Niederschlag, genauso wie an der südlichen Schwarzmeerküste. Vereinzelt Stationen im Osten Georgiens weisen auch ganzjährige Niederschläge auf, wobei der Südosten Georgiens durch Sommerniederschläge gekennzeichnet ist.

LYDOLPH (1977, S. 200) greift die Behauptung auf, dass die Kaukasus-Region oft mit einem Niederschlagsmaximum im Winter charakterisiert wird. Der

Niederschlag sei verbunden mit zyklonalen Stürmen, die zu dieser Zeit die östliche Schwarzmeerregion in Richtung Kaspisches Meer überqueren. LYDOLPH stimmt dieser Behauptung zu, allerdings nur für die unmittelbare Küstenregion des östlichen Schwarzen Meeres, und auch dort sei es eine starke Verallgemeinerung. Ein Blick auf die Abbildung 4.3 bestätigt seine Aussage.

In Batumi fällt im Mai der geringste Niederschlag. Die Niederschlagsmengen nehmen zum Sommer und Herbst hin wieder zu und erreichen ihr Maximum im Dezember. Ab Januar reduziert sich die Niederschlagsmenge. LYDOLPH folgert aus dieser Niederschlagsentwicklung entlang der Schwarzmeerküste, dass von Norden nach Süden die Sommergewitter-Aktivität zunimmt, da diese für die Niederschlagsmengen im Sommer verantwortlich seien. Auch der Niederschlag aufgrund von Zyklonen im Winter nimmt von Norden nach Süden zu, was die Ursache für die hohen Niederschlagsmengen im Winter sei. Das Niederschlagsminimum im Mai ist Kennzeichen der gesamten Schwarzmeerküste.

Die Abbildungen 4.4 und 4.5 stellen die in Abbildung 4.2 gezeigten Klimadiagramme noch einmal zur besseren Übersicht vergrößert dar.

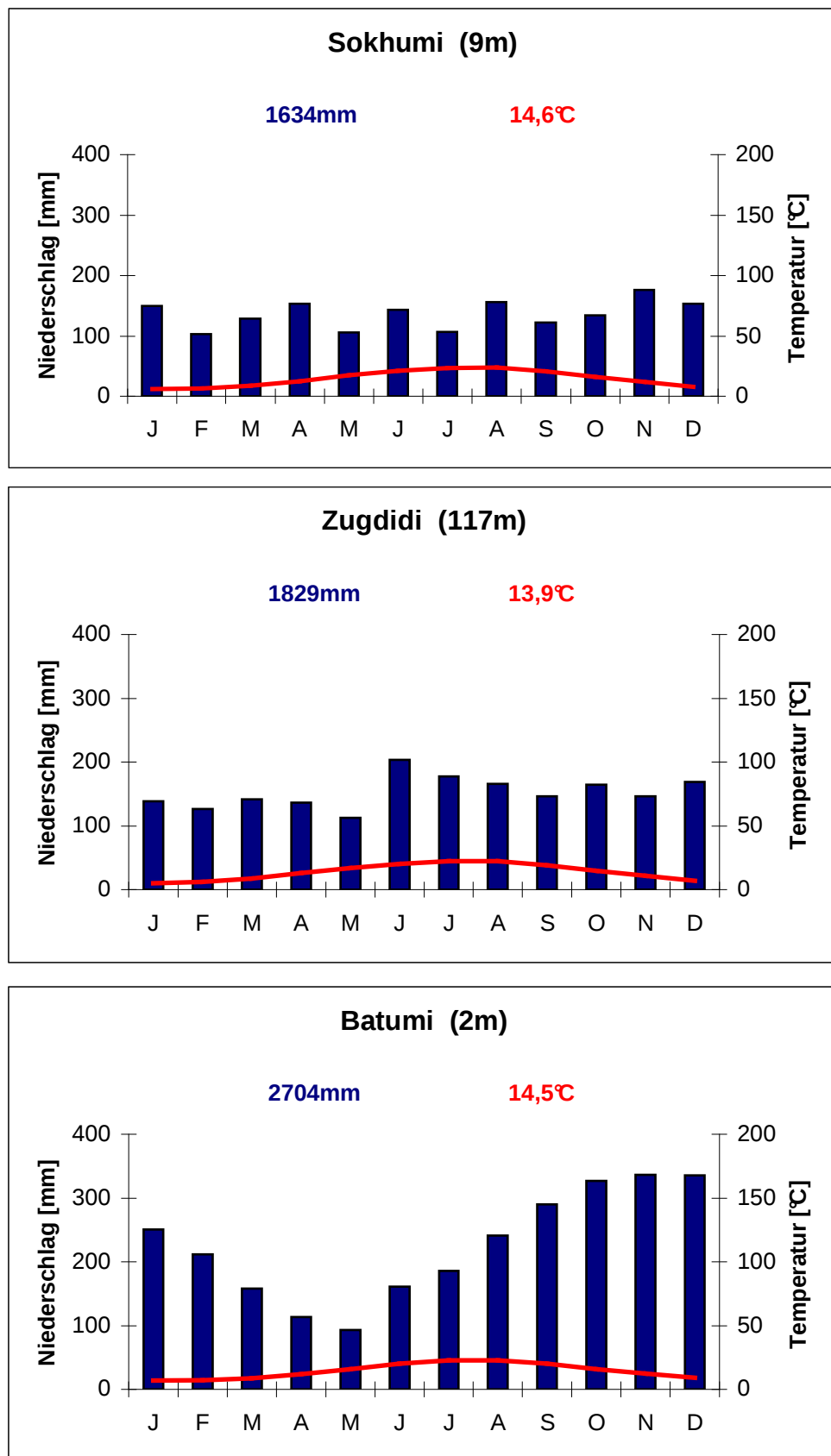


Abbildung 4.4: Klimadiagramme zu drei ausgewählten Klimastationen Westgeorgiens (erstellt von M. Schäfer).

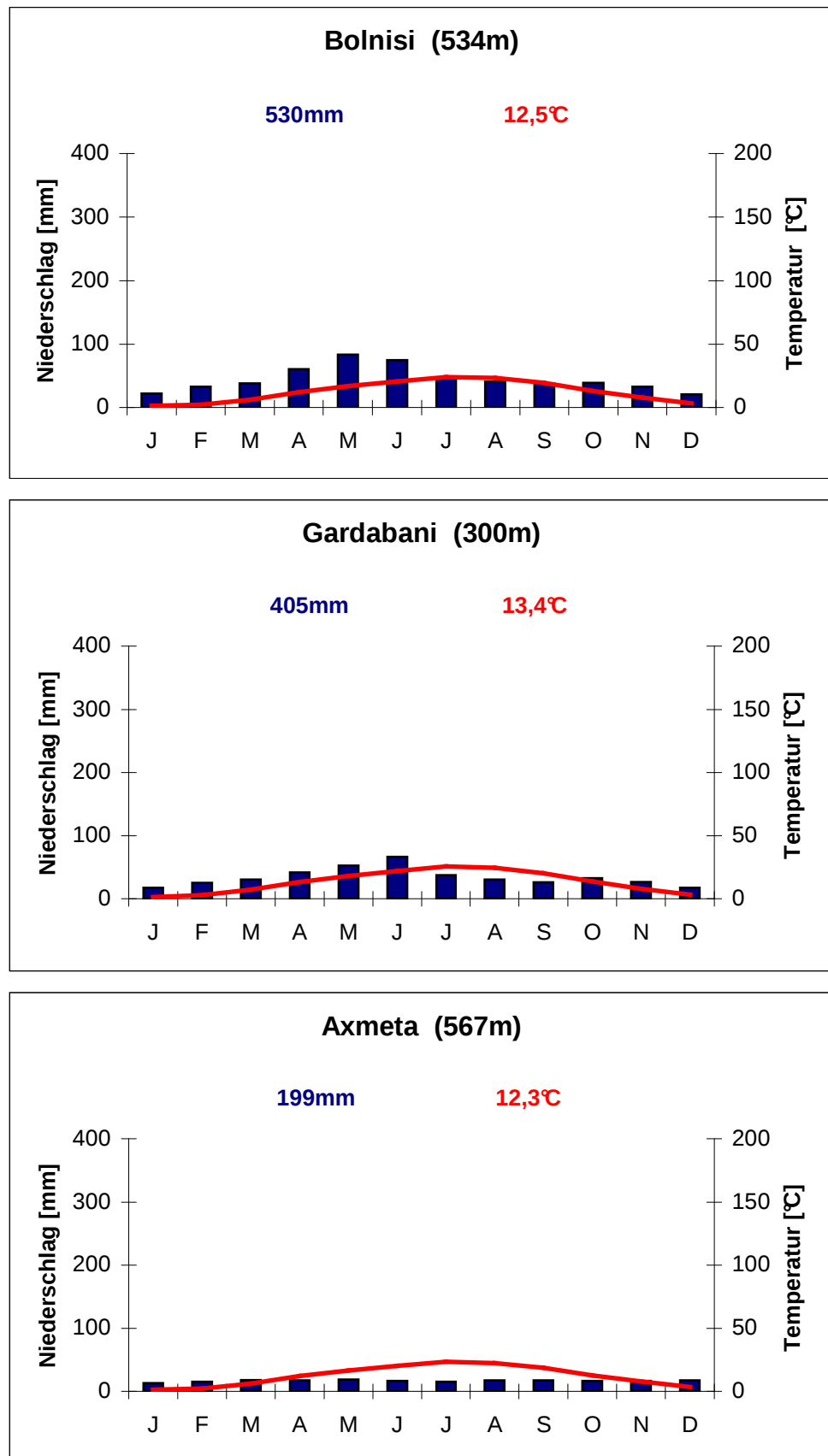


Abbildung 4.5: Klimadiagramme zu drei ausgewählten Klimastationen Ostgeorgiens (erstellt von M. Schäfer).

4.4 Vergleich mit bestehender Niederschlagskarte

In diesem Abschnitt soll die anhand langjähriger Niederschlagsdaten erstellte Niederschlagskarte (siehe Abb. 4.1) mit einer Niederschlagskarte vom Geographischen Institut der Georgischen Akademie der Wissenschaften in Tbilisi verglichen werden.



Abbildung 4.6: Niederschlagskarte vom Geographischen Institut der Georgischen Akademie der Wissenschaften (Quelle: www.rzuser.uni-heidelberg.de/~ci4/georgien/karten/nieder.jpg, Datumsangabe fehlt).

Auf der Niederschlagsverteilungskarte vom Geographischen Institut der Akademie der Wissenschaften Georgien fällt zunächst die Farbwahl auf: Auf blaue Farbtöne wurde verzichtet. Niederschlagsreiche Gebiete sind mit Grüntönen gekennzeichnet. Der Übergang von Braun- zu Grüntönen erfolgt bei 800 mm bis 1000 mm. Die Abgrenzung erfolgt mit Ausnahme des Niederschlags bis 300 mm im Abstand von 200 mm bis zu einer Niederschlagssumme von 1200 mm, danach in 400 mm Schritten.

Die Niederschlagskarte in Abb. 4.6 zeigt Gemeinsamkeiten mit der erstellten Niederschlagskarte in Abb. 4.1. Die Abgrenzung zwischen dem feuchteren Westen und dem trockeneren Osten erfolgt in beiden Karten entlang des Surami-Gebirges. Im westlichen Teil sind die Niederschlagshöchstsummen in Batumi zu erkennen.

Geringe Unterschiede sind im Osten Georgiens zu sehen. Vor allem der Südosten Georgiens erscheint auf der Karte von BAGRATIONI trockener als auf Abb. 4.1. Mögliche Ursache ist, dass der Karte von BAGRATIONI ein dichteres Messnetz an Stationen in Südostgeorgien zugrunde liegt. Aus der Niederschlagskarte von W. BAGRATIONI gehen allgemein nicht die Messperiode und die Verteilung der genutzten Messstationen hervor.

5 Ausarbeitung von Temperaturkarten von Georgien

5.1 Temperaturdaten

Zu 89 der 101 Klimastationen liegen monatliche Mittelwerte der Lufttemperatur vor. Davon liefern 64 Stationen Daten für den Zeitraum 1961 bis 1990. Einen genauen Überblick über die Messperioden der Temperatur der einzelnen Klimastationen gibt die Tabelle A.4 im Anhang. Zur besseren Vergleichbarkeit werden bei der weiteren Bearbeitung die 64 Stationen mit der Messperiode 1961 bis 1990 betrachtet.

5.2 Methodik zur Erstellung von Temperaturkarten

Im GIS Georgien befinden sich die Klimainformationen zu allen 101 Klimastationen. Zunächst wählt man die Klimastationen aus, über deren Werte interpoliert werden soll. In diesem Fall sind das jene 64 Stationen mit einer Messperiode der Temperatur von 1961 bis 1990. Mit der Interpolationsmethode IDW (= Inverse Distance Weighted) erhält man in ArcView GIS 3.1 die im Folgenden gezeigten Temperaturkarten. Erläuterungen zu den Interpolationsmethoden finden sich im Kapitel 4.2.

5.3 Temperaturkarten von Georgien für Januar und Juli

Die Ergebnisse der Interpolation sind in den Abbildungen 5.1 und 5.2 dargestellt. Die Legende wurde so gestaltet, dass sie für Januar und Juli gleichermaßen zu verwenden ist.

Die höchsten monatlichen Mittelwerte der Temperatur im Januar liegen bei etwa 7°C an der Südspitze der Schwarzmeerküste Georgiens an der Grenze zur Türkei. In der Abbildung 5.1 ist zu erkennen, dass die Januartemperaturen in der Kolchischen Tiefebene 2,5°C bis 5°C betragen. Im Osten Georgiens dagegen liegen die durchschnittlichen Temperaturen mit 0°C bis 2,5°C darunter. Mit zunehmender Höhe verringern sich die Temperaturen. Auf dem Kashbek (5047 m) im Großen Kaukasus ist die Durchschnittstemperatur des Monats Januar mit -15°C am niedrigsten.

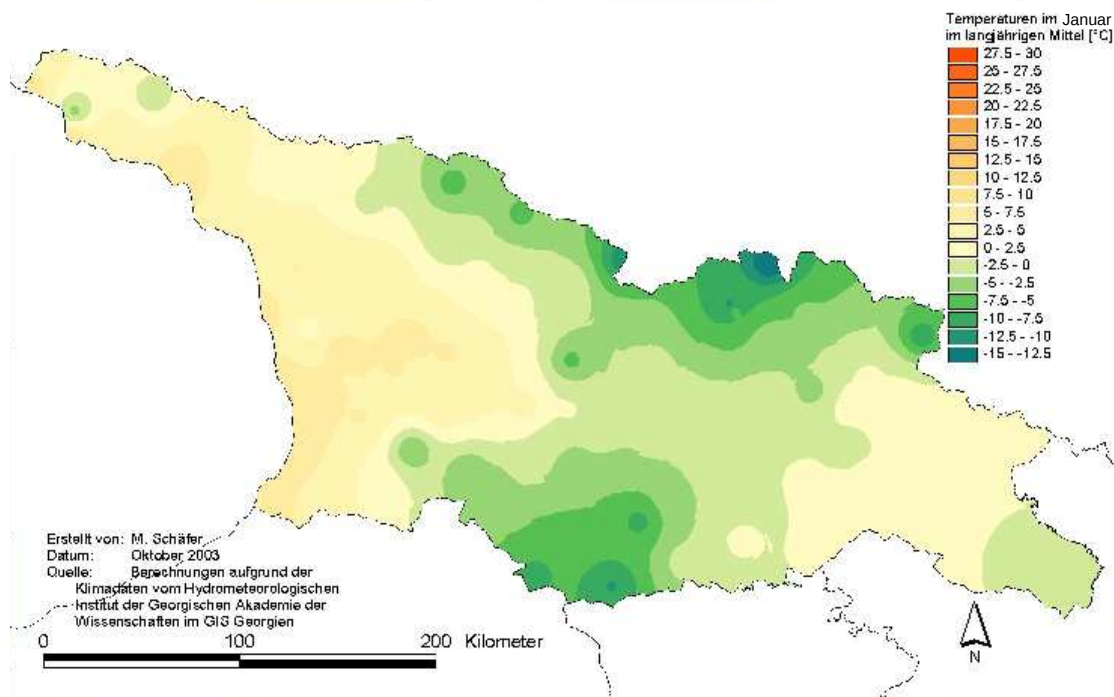


Abbildung 5.1: Temperaturen im Januar im langjährigen Mittel [°C] (erstellt von M. Schäfer).

Grundlage für die Karte „Temperaturen im Januar im langjährigen Mittel“ sind die durchschnittlichen Januartemperaturen von 1961 bis 1990 zu 64 Klimastationen in Georgien. Als Interpolationsmethode wurde IDW (= Inverse Distance Weighted) angewandt. Berücksichtigung fanden dabei die zwölf nächsten Nachbarstationen.

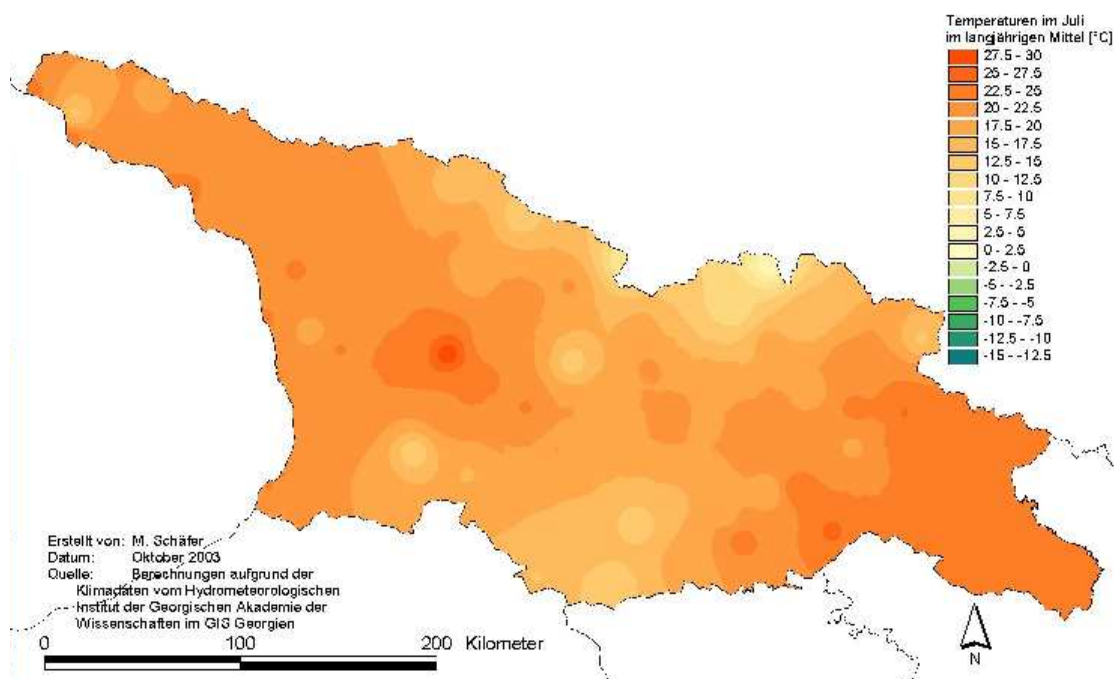


Abbildung 5.2: Temperaturen im Juli im langjährigen Mittel [°C] (erstellt von M. Schäfer)

Grundlage für die Karte „Temperaturen im Juli im langjährigen Mittel“ sind die durchschnittlichen Januartemperaturen von 1961 bis 1990 zu 64 Klimastationen in Georgien. Als Interpolationsmethode wurde IDW (= Inverse Distance Weighted) verwendet. Berücksichtigung fanden dabei die zwölf nächsten Nachbarstationen.

Im Juli schwanken die mittleren monatlichen Temperaturen zwischen 3°C auf dem Kashbek und über 29°C in Kutaisi. Allerdings stellt der Osten Georgiens die insgesamt wärmere Zone mit 22,5°C bis 25°C dar. An der Schwarzmeerküste im Westen Georgiens liegen die Temperaturen zwischen 20°C und 22,5°C.

Die jahreszeitlichen Temperaturschwankungen sind somit im Osten größer als im Westen - ein Kennzeichen für maritimes Klima im Westen und kontinentales Klima im Osten des Landes.

Die Temperaturen im Kaukasus sind nach LYDOLPH (1977, S. 204) im Allgemeinen milder als in Zentralasien. Weil Georgien vor Winden aus dem Norden im Winter geschützt ist, liegen die durchschnittlichen Tiefsttemperaturen über denen Zentralasiens, das für Sibirische Winde aus dem Norden geöffnet ist. Aber auch in den wärmeren Teilen Georgiens treten jedes Jahr schwere Fröste auf, die eine Gefahr für subtropische Pflanzen wie z.B. die Zitrone darstellen (LYDOLPH 1977, S. 205 f). Auch Batumi, das in einer der am meisten geschützten Gegenden der Schwarzmeerküste liegt, erfährt von November bis April Temperaturen unter dem Gefrierpunkt, die Minima in Januar und Februar liegen nach LYDOLPH bei -8°C. Die vorliegenden Klimadaten bestätigen diese Aussage nur bedingt. Nach den Daten vom Hydrometeorologischen Institut der Georgischen Akademie der Wissenschaften wurde das absolute Minimum in Batumi am 21. Februar 1985 mit -7,5°C gemessen. LYDOLPHS Daten beziehen sich daher sehr wahrscheinlich auf die Messperiode von 1931 bis 1960. Die frostfreie Zeit in Batumi dauert LYDOLPH zufolge 304 Tage. Weiter nordwestlich außerhalb Georgiens in Novorossiysk liegt das Minimum bei -24°C und die frostfreie Zeit beträgt nur 231 Tage. In Kutaisi in der Kolchischen Tiefebene beträgt das Minimum nach LYDOLPH (1977, S. 206) -17°C und die frostfreie Zeit 288 Tage. Die Klimadaten in der Messperiode 1961 bis 1990 weisen allerdings für Kutaisi nur ein absolutes Minimum der Lufttemperatur von -11,9°C für den 30. Januar 1962 auf. Dadurch wird deutlich, dass sich LYDOLPH bei seiner Arbeit von 1977 auf einen Messzeitraum von vor 1962 bezieht und dass sich die Minimaltemperatur seither um über fünf Grad erhöht hat.

Die Temperaturen in höheren Gegenden sind geringer, aber die Luftmassen kühlen nach LYDOLPH nicht automatisch beim Aufstieg von der Küste und den Tieflandsbecken her ab. Ursache sind Temperaturinversionen, die in vielen Gegenden insbesondere in den kältesten Zeiten des Winters vorkommen. Diese werden verstärkt durch Föhnwinde, die von Zeit zu Zeit die Hänge herabwehen. Entlang der Schwarzmeerküste am Großen Kaukasus entsteht im Winter üblicherweise eine Temperaturinversion aufgrund derer die Luft 100 m über dem Meeresspiegel wärmer ist als auf Meereshöhe selbst. Gagra ist nach LYDOLPH (1977, S. 206) der trockenste und wärmste Ort in Westkaukasien, weil sich die Berge der Küste sehr direkt annähern und die Luft durch Föhnwinde erwärmt wird. Die Temperatur im Winter kann aufgrund solcher Föhnwinde auf

bis zu 20°C steigen, begleitet von geringer relativer Luftfeuchtigkeit. Die Klimadaten zur Station Gagra können diese Aussage allerdings nicht bestätigen. Ursache dafür ist, dass sich die Stadt Gagra auf einer Höhe von 100 m, die Klimastation aber auf einer Höhe von 1644 m befindet.

In Tbilisi beträgt die durchschnittliche Januartemperatur 1,9°C, die durchschnittliche Julitemperatur 24,5°C. Insgesamt hat Tbilisi eine Jahresdurchschnittstemperatur von 13,1°C. Zur Veranschaulichung des Klimas in der georgischen Hauptstadt ist in Abbildung 5.3 das Klimadiagramm Tbilisis dargestellt.

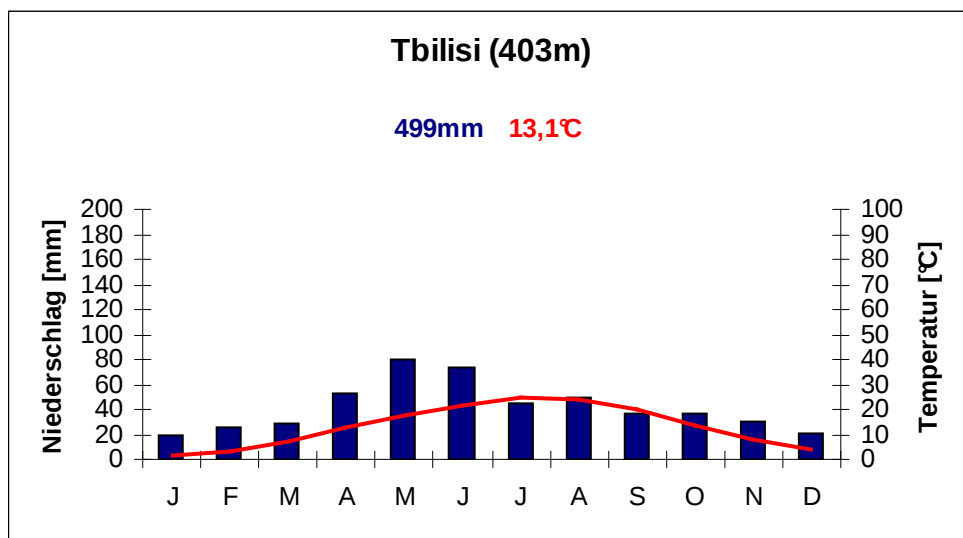


Abbildung 5.3: Klimadiagramm von Tbilisi (erstellt von M. Schäfer).

6 Klimazonierungen für Georgien

Klimaklassifikationen sind nach FRANKENBERG (1991, S. 112) „ein globaler Ausdruck des mittleren Klimas auf der Erde.“ Probleme, die mit der Einteilung des Klimas verbunden sind, formuliert SIEGMUND (1995, S. 85 f) in seiner Arbeit. Zum einen nennt er als Problem die Auswahl der Gliederungskriterien, auf die sich die Klassifikationen stützen sollen, und zum anderen, wie weit der Grad der Generalisierung und Typisierung reichen darf, ohne die Charakteristika der einzelnen Klimate zu stark zu vereinfachen.

Die Ansätze zur Klimaklassifikation lassen sich in vielerlei Hinsicht systematisieren. Bei SIEGMUND (1995, S. 87) findet man die Darstellung einer systematischen Einteilung von Klassifikationsansätzen.

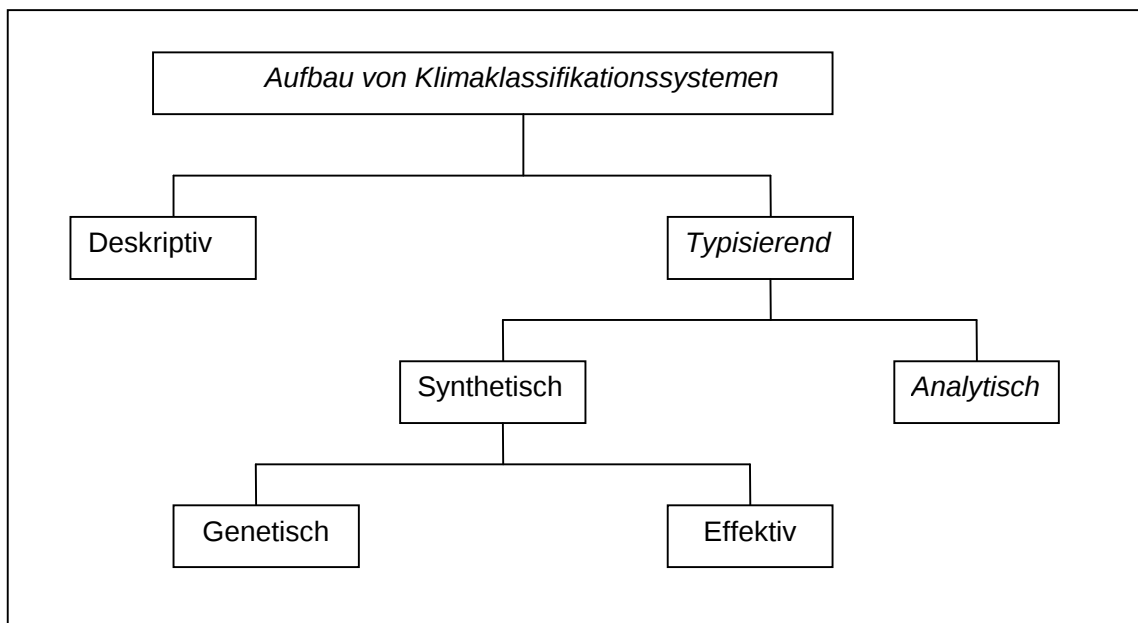


Abbildung 6.1: Darstellung einer systematischen Einteilung von Klassifikationsansätzen aus SIEGMUND (1995, S. 87) nach BLÜTHGEN & WEISCHET (1980, S. 649 f) und BÜHN (1990, S.4 ff).

Deskriptive Ansätze teilen das irdische Klima nach SIEGMUND (1995, S. 86 f) in einzelne, voneinander unabhängige und sich nicht wiederholende Klimaregionen auf. Als Beispiel nennt SIEGMUND die Klimaklassifikation von SUPAN (1885). Typisierende Einteilungen hingegen klassifizieren das irdische Klima nach wissenschaftlich sinnvollen und nachvollziehbaren Schemata.

Die Unterteilung innerhalb der typisierenden Klassifikationen erfolgt nach der Anzahl erfasster Klimaelemente. Bei analytischen Klassifikationssystemen wird nur ein bestimmtes Klimaelement berücksichtigt, bei synthetischen Klassifikationssystemen sind es mehrere Klimaelemente. Beispiele für analytische Klassifikationsentwürfe und entsprechende Klimakarten sind die Niederschlagskarte für Georgien in Kapitel 4 oder die Temperaturkarten in

Kapitel 5. Eine synthetische Klimaklassifikation Georgiens erfolgt in Kapitel 7. Die synthetischen Klassifikationssysteme teilen sich auf in genetische und effektive Ansätze.

Genetische Klimaklassifikationsansätze sind zurückzuführen auf eine ursachenorientierte Gliederung des irdischen Klimas, effektive Klimaklassifikationsansätze hingegen sind wirkungsorientiert. SIEGMUND weist aber darauf hin, dass die Grenzen zwischen beiden fließend seien.

6.1 Georgien in der globalen Zonierung

6.1.1 Zonierung nach KÖPPEN und GEIGER (1928)

KÖPPEN und GEIGER gliedern Georgien in vier Klimazonen (vgl. Diercke Weltatlas 1996, S. 223, Karte 2). Der westliche Teil Georgiens gehört zum warmgemäßigten Klima, in dem alle Monate ausreichend Niederschlag haben und der wärmste Monat eine Lufttemperatur über 22°C aufweist (Cfa). Warmgemäßigte Klimate sind abgegrenzt durch die Lufttemperatur des kältesten Monats. Diese liegt zwischen 18°C und -3°C. Die Ausläufer des Großen Kaukasus gehören zum Schneeklima, in dem alle Monate ausreichend Niederschlag haben, und der wärmste Monat weniger als 22°C und mindestens vier Monate mehr als 10°C vorweisen (Dfb). Die Gipfelregionen des Großen Kaukasus fallen nach KÖPPEN und GEIGER unter die Eisklimate, die sich durch eine Lufttemperatur von unter 10°C im wärmsten Monat auszeichnen (E).

In Kapitel 7 wird ausführlicher auf die Klimaklassifikation von KÖPPEN und GEIGER eingegangen, da sie aufgrund ihrer klaren Struktur als Grundlage für die Klimazonierung mit den langjährigen Klimadaten im GIS geeignet ist. Schon aufgrund der bisherigen Ergebnisse bei der Betrachtung des Niederschlags und der Temperatur wird deutlich, dass auf der Klimakarte von KÖPPEN und GEIGER der trockene und wüstenhafte Charakter Ostgeorgiens nicht zum Ausdruck kommt.

6.1.2 Zonierung nach TROLL und PAFFEN (1963)

Bei TROLL und PAFFEN (vgl. Diercke Weltatlas 1996, S. 222, Karte 1) wird der östliche Teil Georgiens zu den ständig feuchten Grasland- und Waldklimaten der warmgemäßigten Subtropenzone gezählt (IV6-Klimate). Der Westen Georgiens gehört zu den subkontinentalen Waldklimaten der kühlgemäßigten Zone (III4-Klimate). Im Gegensatz zu KÖPPEN und GEIGER ordnen TROLL und PAFFEN dem südöstlichen Teil Georgiens ein Trockensteppenklimate (III9-Klimate) zu.

Eine Abgrenzung von Klimazonen nach den Kriterien von TROLL und PAFFEN im GIS ist sehr schwierig, da sich die Kriterien bezüglich der Temperatur und des Niederschlags überschneiden. Die Kenntnis der Vegetation vor Ort ist zusätzlich notwendig.

6.1.3 Zonierung nach LAUER und FRANKENBERG (1987)

In der Klimazonierung von LAUER und FRANKENBERG (vgl. Diercke Weltatlas 1996, S. 220 f, Karte 1) hat Georgien ein kontinentales, semihumides Subtropenklima (B2sh). Die Klimaabgrenzung bezüglich der Klimazone Subtropen erfolgt durch die Tageslängenschwankung (TLS). Die TLS für die Subtropen liegt nach LAUER und FRANKENBERG zwischen drei und sieben Stunden. Die Abgrenzung für den Wärmehaushalt wird durch den Kontinentalitätsgrad (K) als Maß für die jährliche Temperaturschwankung festgelegt. Für ein kontinentales Klima liegt der Kontinentalitätsgrad zwischen 100% und 200%. Der Wasserhaushalt wird durch die Anzahl der humiden Monate gegliedert. Für ein semihumides Klima bedarf es sechs bis neun humider Monate.

Der westliche Teil Georgiens liegt in den subtropischen Winterregengebieten. Der Große Kaukasus im Norden Georgiens wirkt als Klimagrenze zum kontinentalen, semihumiden warmgemäßigten Mittelbreitenklima in Südrussland. In Richtung Aserbaidschan und Armenien geht das kontinentale, semihumide Subtropenklima in ein kontinentales, semiarides Subtropenklima über. Der klimatische Unterschied zwischen West- und Ostgeorgien wird somit deutlich, genauso wie die Barrierewirkung des Großen Kaukasus.

6.1.4 Zonierung nach NEEF und FLOHN (1967)

Bei der genetischen Gliederung nach NEEF und FLOHN (vgl. Diercke Weltatlas, S. 223, Karte 3) gehört der westliche Landesteil Georgiens zum Übergangsklima der gemäßigten Zone, der östliche Landesteil zum sommerheißen Kontinentalklima der gemäßigten Zone mit Frühjahrsregen.

Alle dargestellten globalen Zonierungen haben gemeinsam, dass in Georgien verschiedene Klimazonen aneinander grenzen. Daher ist es wichtig, sich genaue regional-klimatische Zonierungen für das Land Georgien, bzw. für Kaukasien zu betrachten.

6.2 Regional-klimatische Zonierung Georgiens

6.2.1 Zonierung nach ENDLICHER (2000)

Die Betrachtungen ENDLICHERS (in WEISCHET & ENDLICHER 2000, S.352) stimmen mit denen LYDOLPHS überein, bzw. sind von diesem übernommen. ENDLICHER betont zudem, dass das Kolchische Tiefland eine klimatische Gunstzone darstellt.

6.2.2 Zonierung nach LYDOLPH (1977)

LYDOLPH (1977, S. 206) unterteilt Kaukasien in sechs Klimaregionen, die sich klimatisch deutlich aufgrund ihrer Topographie und ihrer Nähe zum Schwarzen und Kaspischen Meer unterscheiden:

1. Das nordkaukasische Vorland
2. Die Hochgebirgsregion des Großen Kaukasus
3. West -Transkaukasien
4. Ost -Transkaukasien
5. Die Talysh Region
6. Das Armenische Plateau und der Kleine Kaukasus

In Abbildung 6.2 sind die sechs Klimaregionen dargestellt.

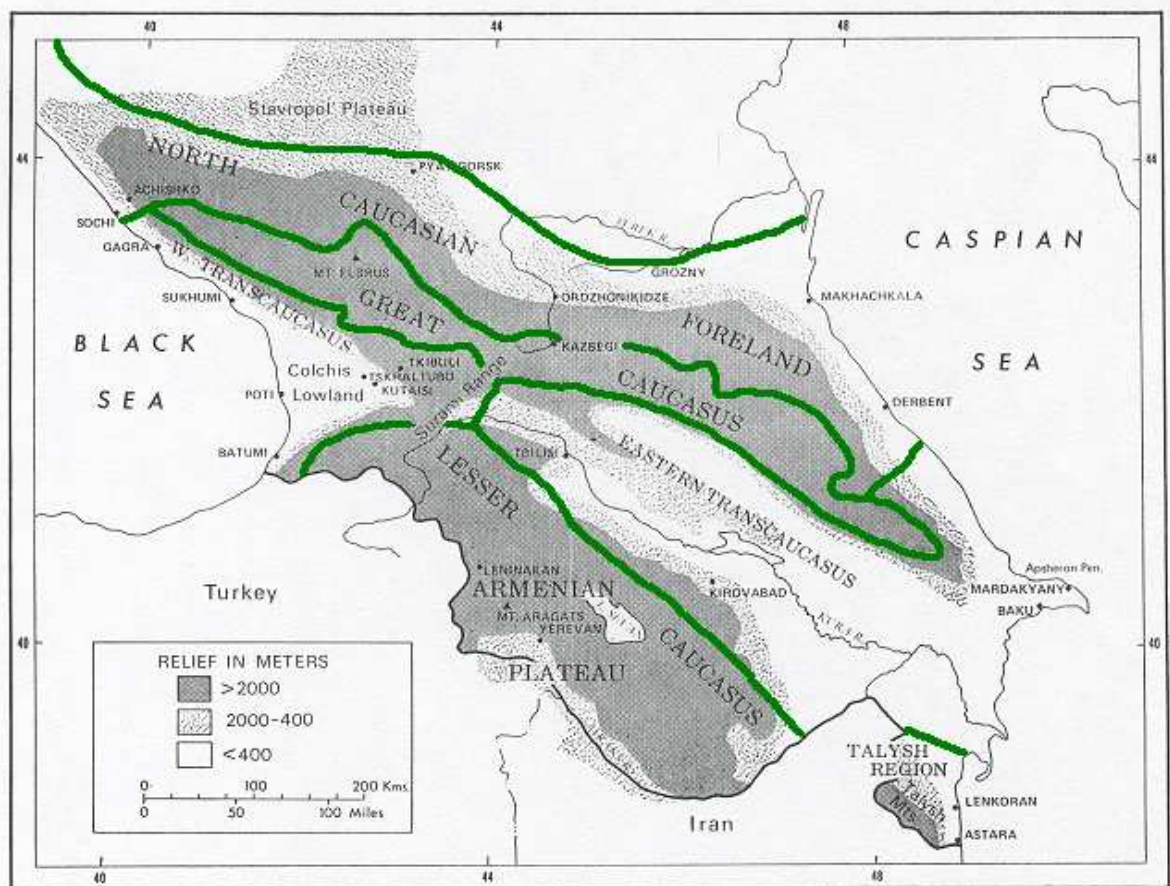


Abbildung 6.2: Darstellung der Klimaregionen Kaukasiens aus LYDOLPH (1977, S. 192) (überarbeitet von M. Schäfer).

Georgien hat Anteil an vier der sechs Klimaregionen Kaukasiens nach LYDOLPH (1977, S. 206). Dies sind die Hochgebirgsregion des Großen Kaukasus, West-Transkaukasien, Ost-Transkaukasien und der Kleine Kaukasus. Auf diese Klimaregionen soll im speziellen eingegangen werden. Die Talysh Region kann bei diesen Betrachtungen aufgrund ihrer Entfernung zu Georgien ausgelassen werden. Um eine Abgrenzung der Klimaregionen durch den Großen Kaukasus zu verdeutlichen, wird auch das Klima des nordkaukasischen Vorlandes beschrieben.

Der Begriff „Transkaukasien“, den LYDOLPH (1977) häufig verwendet, ist nach KAUFMANN (2000, S. 7) nicht mehr zeitgemäß. Aus Moskauer Sicht war der

Süden des Kaukasus immer das „Land jenseits des Kaukasus“ – Transkaukasus, in der griechisch-römischen Antike hingegen noch das „Land diesseits des Kaukasus“ - Ziskaukasien. Der eigene Standpunkt war somit entscheidend. Nach KAUFMANN beschreibt der Begriff „Südlicher Kaukasus“ die Region am besten und billigt ihr die gebührende Eigenständigkeit zu (vgl. KAUFMANN 2000, S. 7).

6.2.2.1 Das nordkaukasische Vorland

Das nordkaukasische Vorland, mit Ausnahme der Schwarzmeerküste, ist nach LYDOLPH (1977, S. 207) gekennzeichnet durch einen hohen Grad an Kontinentalität mit kalten Wintern und heißen Sommern. Die Wintertemperaturen und die Niederschlagsmenge nehmen von West nach Ost ab. Die Niederschlagsmengen erreichen ihr Maximum an der Schwarzmeerküste im Winter, im restlichen Nord-Kaukasus im Sommer. Während des Herbstes nimmt die Niederschlagsmenge im zentralen Nordkaukasus ab und steigt zu den Küsten hin an. Die Bewölkung ist im Allgemeinen im Winter im Nordkaukasus am stärksten. Im Frühjahr verringert sie sich schnell. In den höheren Regionen ab 1000 m ist es umgekehrt, dort verdichtet sich die Bewölkung ab Frühjahr bis zum Sommer hin.

Georgien hat keinen Anteil am Nordkaukasischen Vorland. Durch die Betrachtung der weiteren Klimazonen wird allerdings deutlich, dass der Große Kaukasus als eine Barriere zu dieser Zone wirkt.

6.2.2.2 Die Hochgebirgsregion des Großen Kaukasus

Die Sommer sind in den Hochgebirgsregionen des Großen Kaukasus LYDOLPH (1977, S. 209) zufolge kühl und kurz, die Winter lang und kalt. Der Niederschlag konzentriert sich auf die Monate Mai bis August und fällt in Form von Schauern. Im Winter liegen die Temperaturen fast immer unter dem Gefrierpunkt.

Im westlichen Teil des Großen Kaukasus fällt nach LYDOLPH mehr Niederschlag als im östlichen Teil. Die südwestlichen Hänge weisen aufgrund der feuchten Westwinde mehr Niederschlag auf als die nordöstlichen Hänge. Dies zeigt sich in den Messwerten von 3000 mm Niederschlag pro Jahr im Südwesten und 1000 mm im Nordosten. Auch bezüglich der Schneelinie gibt es Unterschiede: Die Schneelinie liegt im Durchschnitt an den nordöstlichen Hängen 800 m höher als an den südwestlichen Hängen des Großen Kaukasus.

Eine besondere Eigenart im Großen Kaukasus sieht LYDOLPH in den sonnigen Wintern. Aufgrund von Temperaturinversionen und des langsamen Abfallens der Temperatur mit der Höhe während des Winters, sind die Temperaturen in den Bergen nicht sehr verschieden von den Temperaturen in den Ebenen darunter. Jedoch kommen in den Hochgebirgsregionen des Großen Kaukasus starke Wechsel des Wetters mit starken Winden vor. Andererseits können Föhnwinde warme trockene Tage erzeugen. Obwohl diese Föhnwinde warme

angenehme Unterbrechungen des Winterwetters bringen, kann das daraus folgende Tauen des Schnees starke Lawinen auslösen.

Die durchschnittliche Juli-Temperatur auf einer Höhe von 2000 m beträgt etwa 14°C. Enorme Sommer-Regenereignisse kommen häufig vor. Steigungsregen werden im Sommer, vor allem im Juni, durch Tiefdruckgebiete verstärkt. Die stärksten Niederschläge fallen auf Hängen mittlerer Höhe. Ab einer Höhe von 3000 m nehmen die Niederschläge ab. Ursache ist die in dieser Höhe geringere Kapazität der kalten Luft, Feuchtigkeit zu halten.

Der Herbst ist nach LYDOLPH die angenehmste Zeit im Großen Kaukasus. Konvektionsregen und Bewölkung nehmen ab. Die Einstrahlung ist noch recht hoch und die Luft erwärmt sich über großen Flächen, was geringe Luftdruckgradienten als Folge hat, die sich in schwachen Winden äußern. Die durchschnittliche Tagestemperatur fällt in der zweiten Hälfte des Novembers ab einer Höhe von 2000 m unter den Gefrierpunkt und eine Schneedecke bildet sich kurze Zeit danach aus.

6.2.2.3 West –Transkaukasien

Nach LYDOLPH (1977, S. 211) sind die Winter in West-Transkaukasien die wärmsten der ehemaligen Sowjetunion. Dieses Gebiet habe den besten Schutz vor Kaltluft-Intrusionen aus dem Norden und eine große Anzahl von Föhnwinden, die die Temperatur ansteigen lassen und die relative Luftfeuchte verringern.

In West-Transkaukasien seien die größten Niederschlagsmengen des ganzen Landes zu verzeichnen. Fast überall an der Küste des Schwarzen Meeres gibt es ein ausgesprochenes Niederschlagsmaximum im Winter, aber trotzdem ist die Einstrahlung im Winter hoch.

Die durchschnittliche Temperatur im Januar entlang der Küste beträgt etwa 6°C. Die Tiefsttemperaturen fallen nicht unter –10°C. Die tiefsten Temperaturen sind verbunden mit der Intrusion arktischer Kaltluft entlang der Küste aus dem Nordwesten. Die Winter werden entlang der Küste entlang von Sokumi nach Kobuleti milder und die absolute Niederschlagsmenge nimmt zu.

Obwohl die Juli-Temperaturen in der Kolchischen Tiefebene im Durchschnitt nur bei 23°C liegen, mit Maxima nur leicht über 30°C, erzeugt die hohe Luftfeuchtigkeit bedrückend heiße Zustände während des Sommers. Deshalb ist der größte Teil West-Transkaukasiens vom Charakter her subtropisch. Jedoch tritt jedes Jahr im Winter in fast allen Orten strenger Frost auf.

6.2.2.4 Ost –Transkaukasien

Ost-Transkaukasien ist nach Meinung LYDOLPHS (1977, S. 212) bedeutend trockener als West-Transkaukasien. Die vom Schwarzen Meer her kommende feuchte Luft verliert viel ihrer Feuchtigkeit über der Kolchischen Tiefebene und

den westlichen Abhängen der Surami-Gebirgskette und fließt als ein trockener Luftstrom in das Kura-Tal im Osten hinab. Der größte Teil des Kura-Tals ist semi-arid oder arid. Die Abhänge der Berge auf der einen Seite sind auch wahrnehmbar trockener als weiter westlich. Die Sommer im Kura-Tal sind wärmer und die Winter kälter als in der Kolchischen Tiefebene. Ursache ist die erhöhte Kontinentalität der Region. Während des Auftretens von Kaltluft-Intrusionen fallen die Tiefsttemperaturen sogar entlang des Kaspischen Meeres auf bis zu -20°C .

Überall in Ost-Transkaukasien, außer an der Küste des Kaspischen Meeres, sind die Niederschläge im Mai am höchsten, wenn auch die maximale konvektive Tätigkeit erreicht wird. Im Mai fallen in der Mitte des Kura-Tals etwa 80 mm Niederschlag, was der Niederschlagsmenge in der Kolchischen Tiefebene zur gleichen Zeit entspricht. Die Sommer sind heiß und trocken mit Durchschnittstemperaturen im Juli zwischen 25° und 28°C . Die relative Luftfeuchtigkeit beträgt am Tag nicht mehr als 40% und die Feuchtigkeit im Boden verdunstet, so dass Bewässerung für die Landwirtschaft fast überall im Kura-Tal notwendig ist.

Die Sommer sind lang und warm und die Winter mild. Jedoch wechseln sich Frost- und Tauwetter oft ab, was an der Küste des Schwarzen Meeres und in der Kolchischen Tiefebene hingegen selten auftritt.

6.2.2.5 Das Armenische Plateau und der Kleine Kaukasus

Das Armenische Plateau ist der klimatisch kontinentalste Teil des Kaukasus (vgl. LYDOLPH 1977, S. 215). Die Winter sind kalt und streng. Die durchschnittliche Januar-Temperatur liegt unter dem Gefrierpunkt, und die absolute Minimal-Temperatur kann auf -30°C oder tiefer fallen. Die Ursache dafür ist nicht nur die Höhe allein, sondern auch der Plateau-Charakter der Region und die Trockenheit der Luft. Im Großen Kaukasus ist die Luft in gleicher Höhe bedeutend wärmer.

Die Verteilung der Lufttemperatur variiert sehr stark von Ort zu Ort und ist abhängig von der Landschaftsform. Die niedrigsten Temperaturen werden in den Becken des Plateaus gemessen. An den Hängen der Becken, wo die kalte Luft abfließen kann, sind die Temperaturen relativ hoch. Die Temperaturen steigen während des Frühjahrs stark an, genauso wie die Niederschlagsmenge, diese erreicht ihr Maximum im Mai. Danach nehmen die Niederschläge rapide ab bis zum absoluten Minimum im August. Die Sommer sind relativ heiß und trocken. Die nordwestlichen Hänge der Berge, die von den Luftmassen des Schwarzen Meeres erreicht werden, bilden eine Ausnahme. Hier fallen beträchtliche Niederschlagsmengen im Sommer.

Frühjahr und Herbst sind im Allgemeinen die regenreichsten Jahreszeiten auf dem Armenischen Plateau. Im Winter und Sommer fallen die wenigsten

Niederschläge. Der Grad der Aridität hängt von der Topographie ab. Die trockensten Gebiete sind die östlichen Hänge des Kleinen Kaukasus und die angrenzenden Gebiete. Die trockensten Stellen sind in Südost-Armenien: im Yerevan Becken und im Araks-Tal. Im Vergleich zum Großen Kaukasus, der auf vergleichbarer Höhe im Winter wärmer ist als das Armenische Plateau, sind viele Becken des Armenischen Plateaus im Juli bei einer durchschnittlichen Temperatur von 25°C wärmer als der Große Kaukasus zu dieser Zeit.

Die Arbeit LYDOLPHS (1977) ist sehr ausführlich und detailreich. Die Klimazonierung orientiert sich dabei an der naturräumlichen Einteilung ganz Kaukasiens. Die Temperatur- und Niederschlagsangaben können zum größten Teil bestätigt werden, wobei sich LYDOLPH aufgrund des Erscheinungsjahres seiner Arbeit auf Klimadaten von vor 1977 bezieht.

6.2.3 Zonierung nach der Weltbank (1996)

In der World Bank Country Study Georgia (1996) wird eine agro-klimatische Zonierung Georgiens dargestellt (Abb. 6.3 und A.14).

Die Einteilung erfolgt in drei Hauptzonen mit jeweils drei Unterzonen:

- Subtropisch feuchte Tieflandszone
 - o Tiefland und Marsch
 - o Tieflandsebenen
 - o Gebirgsausläufer
- Subtropisch aride Zone
 - o Aride Zone
 - o Steppe und Halbsteppe
 - o Subtropisch trockene Ebenen
- Gebirgszone
 - o Subtropisch feuchte Wälder
 - o Mischwald
 - o Alpine und subalpine Zone

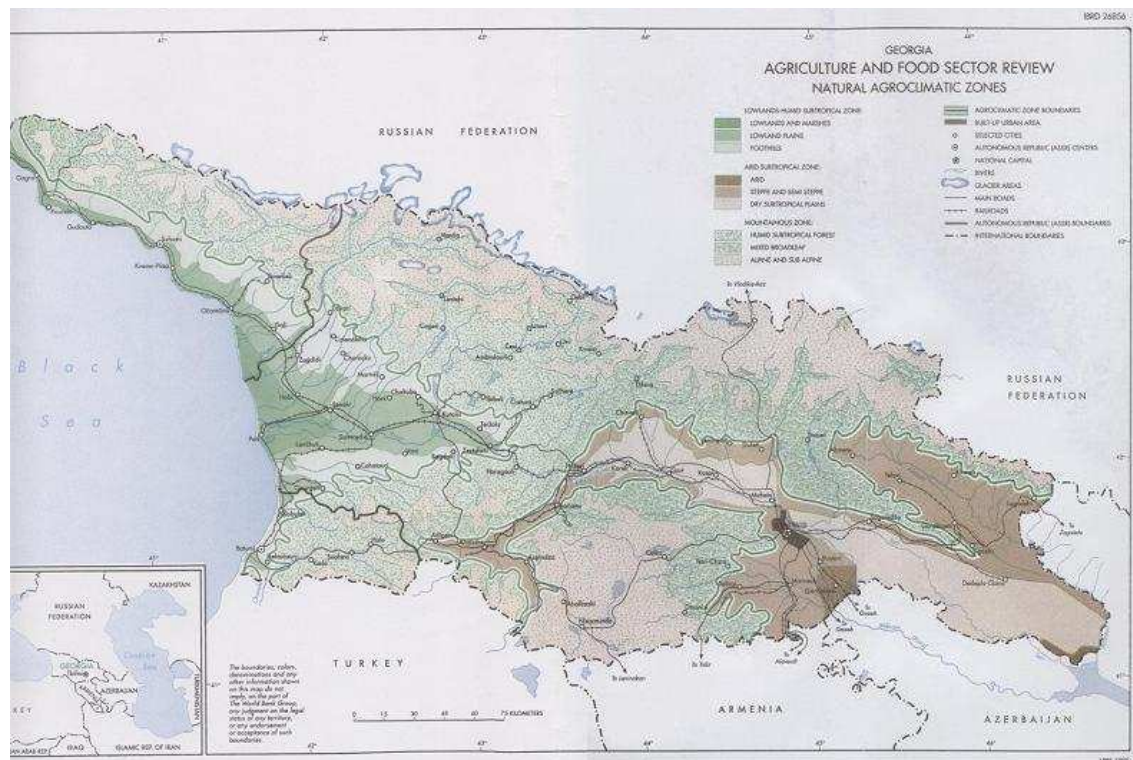


Abbildung 6.3: Natürliche Agroklimate Zonen nach der Weltbank (eingescannt aus World Bank Country Study Georgia (1996).

Leider wird in der World Bank Country Study Georgia (1996) nicht auf die zugrunde liegende Klassifikation eingegangen. Im Osten Georgiens entsteht der Eindruck, als sei das nach der Weltbank zur Steppe und Halbsteppe gehörende Alasani-Tal für die Landwirtschaft schlechter geeignet als der Südosten Georgiens, der als subtropisch trockene Ebene bezeichnet wird. Die Ergebnisse im nächsten Kapitel aber auch die eigenen Beobachtungen vor Ort widerlegen diese Aussage.

7 Ausarbeitung einer Klimakarte

In diesem Kapitel wird beschrieben, wie aufgrund der Klimaklassifikation von KÖPPEN und GEIGER und der Klimadaten eine Klimakarte für Georgien mittels eines Geographischen Informationssystems entsteht.

7.1 Klassifizierung des Klimas nach KÖPPEN und GEIGER

W. KÖPPEN stellte 1923 seine bis heute bekannte Klimaklassifikation erstmals ausführlich vor. In Zusammenarbeit mit R. GEIGER entstand daraus 1928 eine globale Klimakarte. In ihrer Klimazonierung unterscheiden KÖPPEN und GEIGER fünf Hauptklimazonen und kennzeichnen diese mit den Großbuchstaben A bis E (vgl. BLÜTHGEN & WEISCHET 1980, S. 667 ff). Vier dieser Hauptklimate sind dabei thermisch definiert (A, C, D, E) und eine hygrisch (B). Die einzelnen Klimazonen werden durch genau definierte Schwellenwerte der Temperatur und des Niederschlags eindeutig voneinander abgegrenzt. Die vier thermischen Hauptklimazonen werden bei KÖPPEN und GEIGER folgendermaßen definiert:

Tropische Klimate (A): Durchschnittstemperatur aller Monate über 18°C.

Warmgemäßigte Klimate (C): Durchschnittstemperatur des kältesten Monats zwischen 18°C und –3°C, wärmster Monat über 10°C.

Schnee-Wald-Klimate (D): Durchschnittstemperatur des kältesten Monats unter –3°C, wärmster Monat über 10°C. Die Abgrenzung der D - und E- Klimate mit 10°C entspricht etwa der Baumgrenze.

Eisklimate (E): Durchschnittstemperatur des wärmsten Monats unter 10°C.

Zur Abgrenzung der hygrisch definierten Trockenklimate (B) gegenüber den anderen Klimaten ziehen KÖPPEN und GEIGER verschiedene Formeln heran. Dabei werden die Jahresdurchschnittstemperatur t (in °C) den Jahressummen des Niederschlags r (in cm) gegenübergestellt.

Ein Klima wird dann als trocken definiert, wenn:

bei sommerlichem Niederschlagsmaximum $r < 2t + 28$,

bei ganzjähriger Niederschlagsverteilung $r < 2t + 14$,

bei winterlichem Niederschlagsmaximum $r < 2t$.

Der Jahresgang des Niederschlags in Georgien ist in Kapitel 4.3.2 dargestellt. Der Osten Georgiens ist gekennzeichnet durch Sommerniederschläge. Wendet man obige Gleichung für ein sommerliches Niederschlagsmaximum auf die Stationen Ostgeorgiens an, gehören fünf der Stationen zu den B-Klimaten. Vergrößert man den rechtsseitigen Ausdruck und verändert die Gleichung in $r < 2t + 58$ bei sommerlichem Niederschlagsmaximum, so ergibt sich in der kartographischen Darstellung ein Bild, das die klimatische Situation vor Ort deutlicher beschreibt.

Eine Zusammenfassung der Zonierung in Hauptklimazonen nach KÖPPEN und GEIGER ist in Tabelle 7.1 dargestellt.

Tabelle 7.1: Die Hauptklimazonen nach KÖPPEN und GEIGER (vgl. BLÜTHGEN & WEISCHET 1980, S. 668 f).

Klimazone		
A	Tropische Klimate	alle $T_0 > 18^\circ\text{C}$
B	Trockenklimate	bei sommerlichem Niederschlagsmaximum: $r < 2t + 28$ bei ganzjähriger Niederschlagsverteilung: $r < 2t + 14$ bei winterlichem Niederschlagsmaximum: $r < 2t$
C	Warmgemäßigte Klimate	$-3^\circ\text{C} < T_{\min} < 18^\circ\text{C}$ und $T_{\max} > 10^\circ\text{C}$
D	Schnee-Wald-Klimate	$T_{\min} < -3^\circ\text{C}$ und $T_{\max} > 10^\circ\text{C}$
E	Eisklimate	$T_{\max} < 10^\circ\text{C}$

T_0 = monatlicher Mittelwert der Temperatur

$T_{\min}$ = kältester monatlicher Mittelwert der Temperatur

$T_{\max}$ = wärmster monatlicher Mittelwert der Temperatur

r = Jahressumme des Niederschlags (in cm)

t = Jahresdurchschnittstemperatur t (in $^\circ\text{C}$)

Innerhalb des Bereichs der Trockenklimate unterscheiden KÖPPEN und GEIGER zusätzlich zwischen einem etwas feuchteren Steppenklimate (BS) und einem Wüstenklimate (BW). Zur Abgrenzung zwischen diesen beiden Klimaten werden die rechten Seiten der obigen Gleichungen halbiert.

Ein Wüstenklimate wird definiert, wenn:

bei sommerlichem Niederschlagsmaximum $r < t + 14$,

bei ganzjähriger Niederschlagsverteilung $r < t + 7$,

bei winterlichem Niederschlagsmaximum $r < t$.

Entsprechend der dargestellten Änderung bei der Hauptklimazone B, wurde die Ungleichung bei sommerlichem Niederschlagsmaximum für Wüstenklimate auf $r < t + 29$ umgestellt.

Die thermischen Hauptklimatypen A, C und D werden nach der jahreszeitlichen Verteilung der Niederschläge weiter untergliedert. Dabei unterscheiden KÖPPEN und GEIGER wintertrockene (w) und sommertrockene (s) Klimatypen sowie Klimate, in denen eine ausgesprochene Trockenzeit fehlt (f).

Als wintertrocken (w) wird ein Klima bezeichnet, wenn der niederschlagsreichste Monat des Sommers eine mindestens zehnmal höhere Regenmenge verzeichnet als der trockenste Wintermonat. Erreicht die Niederschlagsmenge des regenreichsten Monats im Winter mindestens den dreifachen Wert des trockensten Sommermonats, so gilt das entsprechende Klima als sommertrocken (s).

Eine fehlende Trockenzeit wird dadurch charakterisiert, dass die jahreszeitlichen Schwankungen der monatlichen Niederschlagssummen geringer sind als für die w- und s-Klimate gefordert. Dieses f-Klima ist also durch mehr oder weniger ganzzährigen Niederschlag (f) gekennzeichnet.

Tabelle 7.2: Zweiter Buchstabe bei der Klimaklassifikation von KÖPPEN und GEIGER (vgl. BLÜTHGEN & WEISCHET 1980, S. 669).

(B) S	Steppenklima	bei sommerlichem Niederschlagsmaximum $r > t + 14$, bei ganzzähriger Niederschlagsverteilung $r > t + 7$, bei winterlichem Niederschlagsmaximum $r > t$.
(B) W	Wüstenklima	bei sommerlichem Niederschlagsmaximum $r < t + 14$, bei ganzzähriger Niederschlagsverteilung $r < t + 7$, bei winterlichem Niederschlagsmaximum $r < t$.
(A, C, D) f	immerfeucht	Ausreichend Niederschlag in allen Monaten, nicht s und nicht w
(A, C, D) s	sommertrocken	$P_{\text{niederschlagsreichster Wintermonat}} \geq 3 \cdot P_{\text{trockenster Sommermonat}}$
(A, C, D) w	wintertrocken	$P_{\text{niederschlagsreichster Sommermonat}} \geq 10 \cdot P_{\text{trockenster Wintermonat}}$

Bei den warmgemäßigten (C) und den Schneeklimaten (D) erfolgt eine dritte Untergliederung anhand bestimmter Schwellen- und Andauerwerte der monatlichen Durchschnittstemperaturen. KÖPPEN und GEIGER unterscheiden dabei folgende vier Typen:

- a: Durchschnittstemperatur des wärmsten Monats über 22°C,
- b: Durchschnittstemperatur des wärmsten Monats unter 22°C,
mindestens vier Monate über 10°C,
- c: ein bis vier Monate mit einer Durchschnittstemperatur von über 10°C,
kältester Monat über –38°C,

d: ein bis vier Monate mit einer Durchschnittstemperatur von über 10°C, kältester Monat unter –38°C.

Tabelle 7.3: Dritter Buchstabe bei der Klimaklassifikation von KÖPPEN und GEIGER (vgl. BLÜTHGEN & WEISCHET 1980, S. 670).

(C, D) a	$T_{\max} > 22^{\circ}\text{C}$.
(C, D) b	$T_{\max} < 22^{\circ}\text{C}$, mindestens vier Monate mit $T_0 \geq 10^{\circ}\text{C}$.
(C, D) c	Ein bis vier Monate mit $T_0 \geq 10^{\circ}\text{C}$, $T_{\min} \geq -38^{\circ}\text{C}$.
(C, D) d	Ein bis vier Monate mit $T_0 \geq 10^{\circ}\text{C}$, $T_{\min} \leq -38^{\circ}\text{C}$.

7.2 Anwendung auf die Klimadaten von Georgien

Mit Hilfe von MS-Excel wird für jede Klimastation, zu der Niederschlags- und Temperaturdaten vorliegen, die entsprechende Klimazone nach KÖPPEN und GEIGER bestimmt. Im ersten Schritt erfolgt die Zuordnung jeder Klimastation zu einer der fünf Hauptklimazonen. Die Anbindung der Klimazonenbezeichnung an die entsprechende Station erfolgt analog dem Vorgehen bei der Anbindung von Klimadaten. Als bisheriges Ergebnis kann man bei der Abfrage im GIS lediglich die Angabe der Klimazone zu einer Station erhalten. Eine flächenhafte Information liegt noch nicht vor. Dazu ist eine Interpolation nötig.

7.3 Klimakarte Georgiens

7.3.1 Zonierung mit Thiessen-Polygonen

Die Variable „Klimazone“ ist vom Skalenniveau her eine qualitative Variable. Zur Interpolation werden daher in ArcView GIS 3.1 zunächst Thiessen-Polygone angewandt. Das Ergebnis der Zonierung nach den Hauptklimazonen von KÖPPEN und GEIGER ist in Abbildung 7.1 dargestellt.

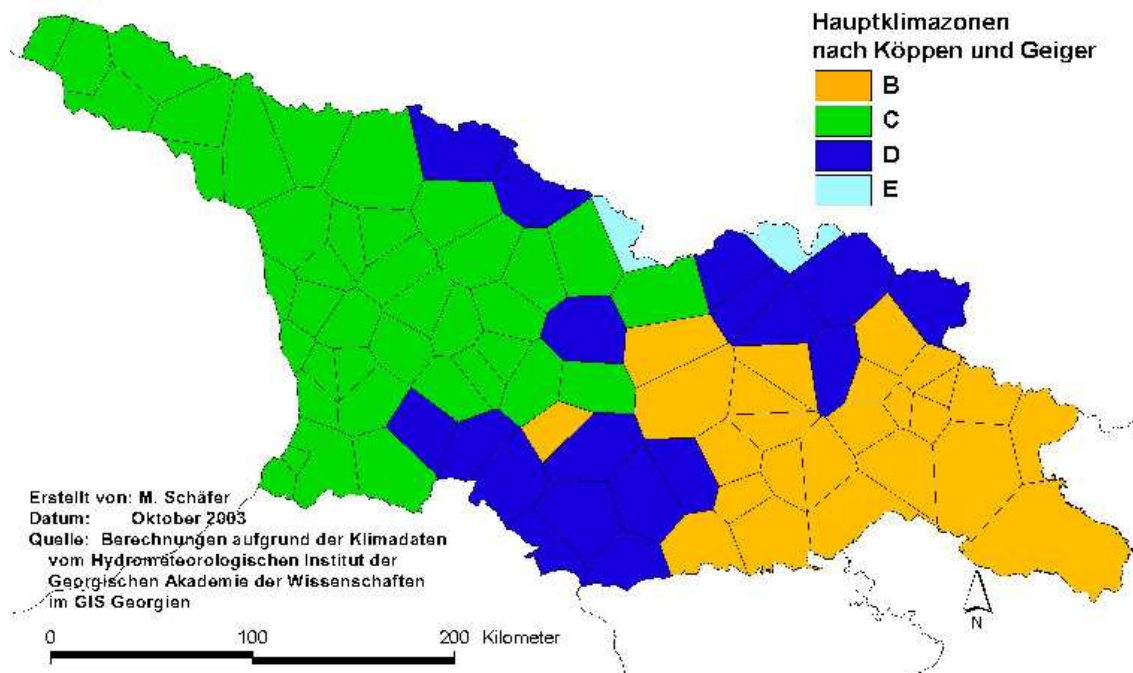


Abbildung 7.1: Hauptklimazonen Georgiens (erstellt von M. Schäfer).

Die Abbildung 7.1 gibt einen ersten Überblick über das Klima Georgiens. Der Westen gehört zu den warmgemäßigten Klimaten, der Osten zu den Trockenklimaten. Der Große und Kleine Kaukasus zu den Schnee- und Wald-Klimaten und die höchsten Gipfel des Großen Kaukasus zu den Eisklimaten.

Bezieht man die weitere Unterteilung nach KÖPPEN und GEIGER in die flächenhafte Interpolation mit ein, ergibt sich die Klimazonierung wie in Abbildung 7.2 dargestellt.

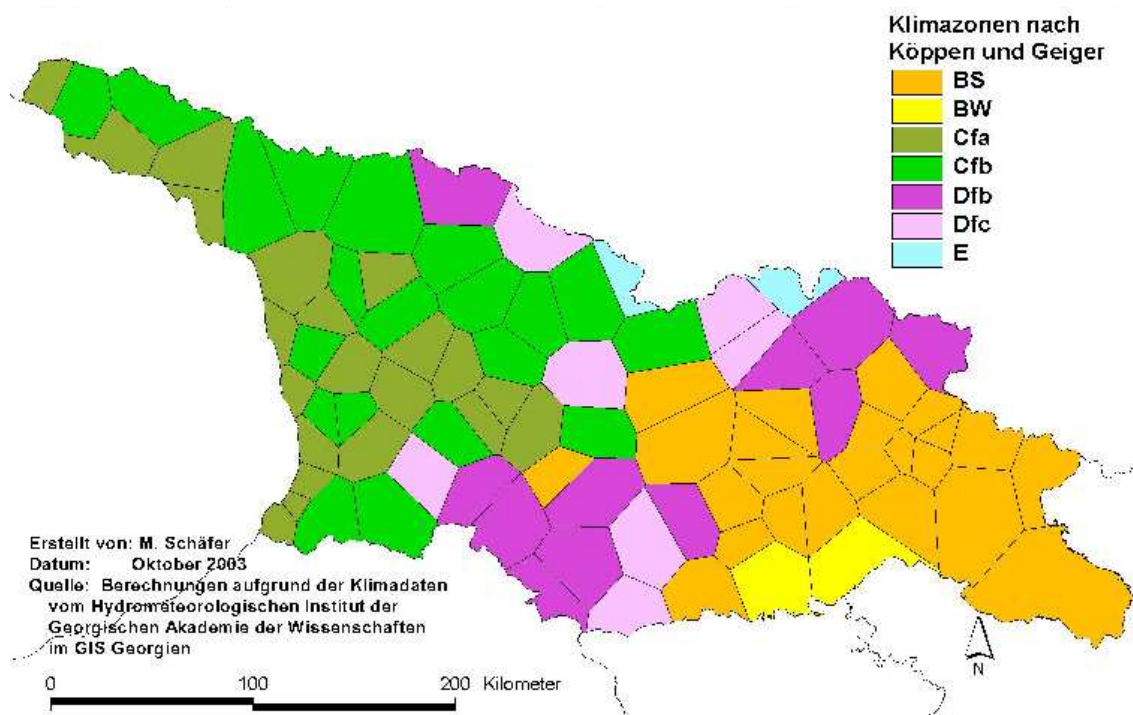


Abbildung 7.2: Klimazonen nach KÖPPEN und GEIGER von Georgien (erstellt von M. Schäfer).

7.4.2 Zonierung unter Berücksichtigung der Höhe

In der Zonierung mittels Thiessen-Polygonen sind die Grenzen der einzelnen Polygone aufgrund der mittleren Abstände zu benachbarten Klimastationen festgelegt. Um einen Einfluss der Isolinien mit einzubeziehen, werden die Stationen zunächst in der Farbe der ihr zugeordneten Klimazone dargestellt. Im Folgenden wird den Flächen gleicher Höhe die Farbe der auf ihr liegenden Klimastationen zugeordnet. Ergebnis ist die Klimakarte in Abbildung 7.3.

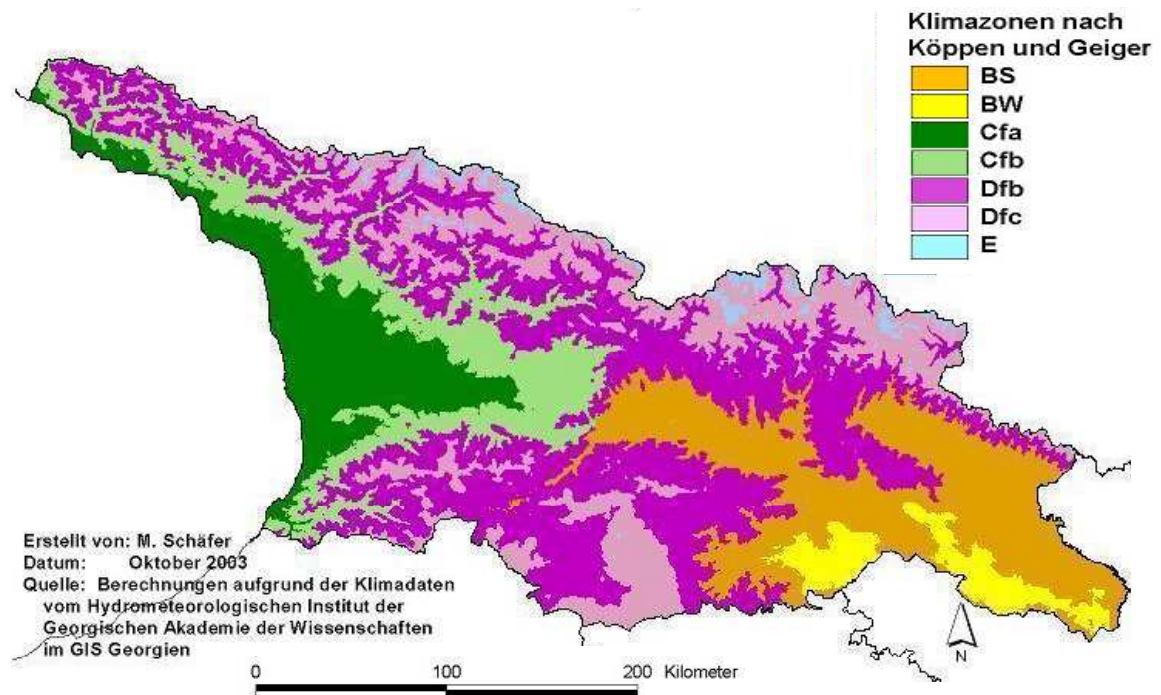


Abbildung 7.3: Klimakarte Georgiens (erstellt von M. Schäfer).

Als Abschluss werden Fotoaufnahmen aus den verschiedenen Klimazonen von West- nach Ost-Georgien betrachtet.

1. Die Schwarzmeerküste und die Kolchische Tiefebene (Cfa)



Abbildung 7.4: Blick auf das Schwarze Meer bei Batumi (Aufnahme: M. Schäfer, September 2003).

2. Im Übergang zum Kaukasus (Cfb)



Abbildung 7.5: Im Hinterland von Batumi (Aufnahme: M. Schäfer im September 2003).

3. In den Gebirgswäldern Georgiens (Dfb)



Abbildung 7.6: Entlang der Georgischen Heerstrasse, Blick auf das Flussbett des Aragvi (Aufnahme: M. Schäfer im September 2003).

4. Im Großen Kaukasus (Dfc)



Abbildung 7.7: Unterwegs im Großen Kaukasus (Aufnahme: M. Schäfer im September 2003).

5. Die hohen Gipfel des Großen Kaukasus (E)

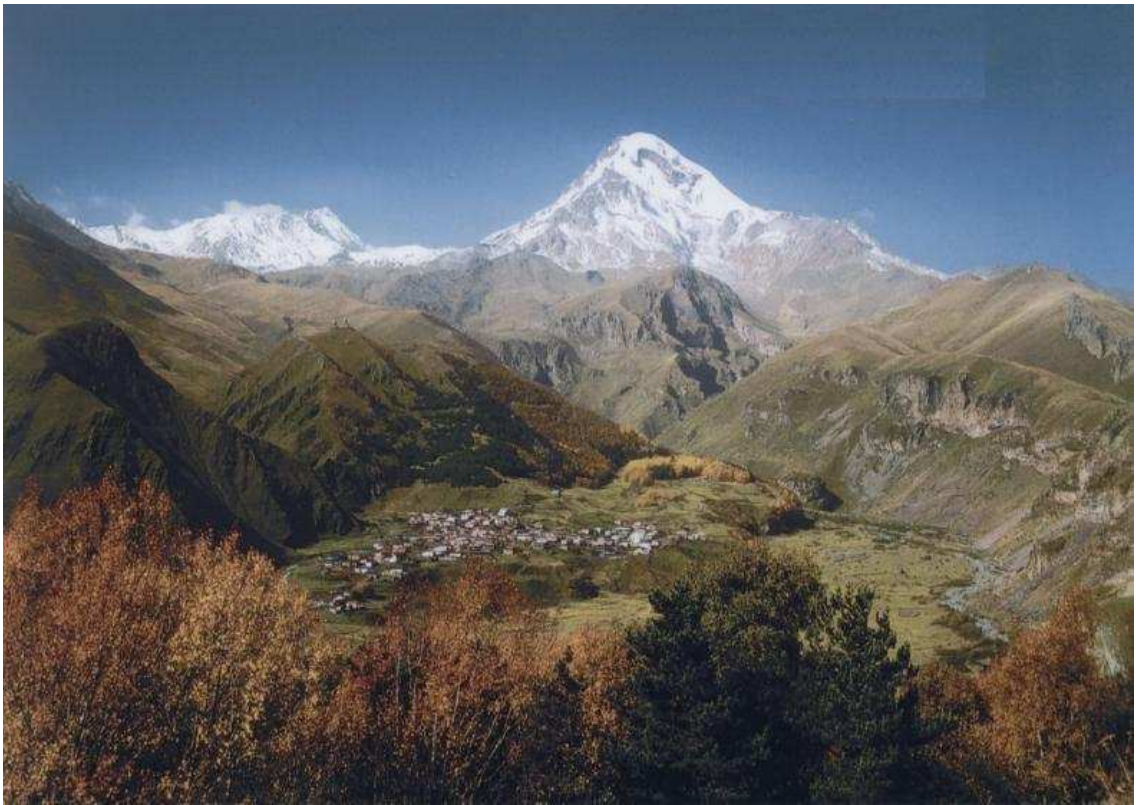


Abbildung 7.8: Blick auf den Kashbek (5047 m) im Großen Kaukasus (Aufnahme: Sporthotel Gudauri).

6. Die Steppenlandschaften (BS)



Abbildung 7.9: Südlich von Sagarejo in der Steppe Georgiens (Aufnahme: M. Schäfer im September 2003).

7. Die Halbwüste Georgiens (BW)



Abbildung 7.10: Blick vom Höhlenkloster David Garetschien in die Halbwüste (Aufnahme: M. Schäfer im September 2003).

8. Zusammenfassung und Ausblick

In der vorliegenden Wissenschaftlichen Hausarbeit für das Fach Erdkunde im Rahmen des Studienganges Lehramt an Gymnasien wird eine Klimazonierung Georgiens durchgeführt. Das Ziel der Arbeit ist zum einen die Dokumentation und Kritik bestehender Klimazonierungen und Klimaklassifikationen für Georgien, zum anderen die Ausarbeitung einer Klimazonierung für Georgien anhand von langjährigen Klimadaten und mittels eines Geographischen Informationssystems.

Eine Niederschlagsverteilungskarte ist erstes Ergebnis im „GIS Georgien“. Dazu wird eine Interpolation mit der Inverse Distance Weighted - Methode (IDW) im ArcView GIS 3.1 durchgeführt. Auf der Karte wird deutlich, dass die Niederschlagsmengen von West- nach Ost-Georgien enorm abnehmen. In Batumi am Schwarzen Meer beträgt die durchschnittliche jährliche Niederschlagsmenge 2704 mm. Dem stehen 199 mm pro Jahr an der trockensten Klimastation Georgiens in Axmeta gegenüber. Während an der Schwarzmeerküste subtropische Bedingungen einen Anbau von Zitrusfrüchten ermöglichen, reicht die Niederschlagsmenge im Südosten Georgiens zur landwirtschaftlichen Nutzung der Ackerflächen kaum aus. Dort ist zusätzliche Bewässerung nötig.

Betrachtet man die interpolierten Temperaturverteilungskarten, so sind die höchsten Januar-Temperaturen im langjährigen Mittel an der Südspitze der Schwarzmeerküste mit etwa 7°C vorzufinden. Mit zunehmender Höhe nehmen die Temperaturen ab und erreichen am Kashbek mit -15°C im Januar und mit 3°C im Juli ihr Minimum. Die Juli-Temperaturen in West- und Ost-Georgien haben durchschnittliche Werte von über 20°C.

Bei allen betrachteten Klimazonierungen kommt zum Ausdruck, dass Georgien eine klimatische Vielfalt zu bieten hat. In der Arbeit von LYDOLPH (1977) wird Kaukasien in sechs Klimazonen unterteilt, wobei Georgien Anteil an vier dieser Klimazonen hat. Die Ausführungen LYDOLPHS (1977) sind sehr ausführliche klimatische Betrachtungen zu Kaukasien, die in der westlichen Welt veröffentlicht wurden. Auch in den globalen Zonierungen von KÖPPEN und GEIGER (1928), TROLL und PAFFEN (1963), LAUER und FRANKENBERG (1987) und schließlich NEEF und FLOHN (1967) ist Georgien mindestens in zwei Klimazonen unterteilt.

Die auf Grundlage der langjährigen Klimadaten erstellte Klimakarte macht deutlich, dass in Georgien mit einer Staatsfläche von 69.700 km² auf kleinem Raum viele unterschiedliche Klimate auftreten. Klar erkennbare Klimascheide ist das Surami-Gebirge, das den Großen Kaukasus mit dem Kleinen Kaukasus

verbindet und den maritim geprägten Westen vom kontinentalen Osten abgrenzt. Mit den vorhandenen Daten kann Georgien in ArcView GIS 3.1 in sieben Klimazonen unterteilt werden. Dabei dient die Klimaklassifikation von KÖPPEN und GEIGER als Grundlage. Einem immerfeuchten warmgemäßigten Klima mit einer monatlichen Maximaltemperatur von über 18°C (= Cfa-Klimat) an der Schwarzmeerküste schliesst sich ein immerfeuchtes warmgemäßigtes Klima mit einer monatlichen Maximaltemperatur von unter 18°C (= Cfb-Klimat) weiter landeinwärts an. In zunehmender Höhe hat Georgien auch entsprechende Schnee- und Waldklimata (= Dfa- und Dfb-Klimat) zu bieten. In Höhen von über 3000 m treten die Eisklimata (= E-Klimat) auf, was sich auch in Vergletscherungen zeigt. Für den trockenen Osten Georgiens mit dem Wüsten- und Steppenklimate (= BW- und BS-Klimat) wird aufgrund des Feldbesuchs zur Verdeutlichung der klimatischen Unterschiede die Klassifikation angepasst. Insgesamt bestätigen sich die während des Georgienaufenthaltes gewonnenen klimatischen Eindrücke in der Klimakarte.

Die in der Arbeit vollzogene Vorgehensweise erweist sich als geeignet, um ein Land in Klimazonen einzuteilen. Als Grundlage dienen langjährige Niederschlags- und Temperaturdaten, mittels derer jeder Klimastation nach festgelegten Kriterien eine Klimazone zugeordnet wird. Die flächenhafte Darstellung geschieht mit modernen mathematischen Methoden der Geoinformatik.

Mit dieser Arbeit als Grundlage sowie den dabei entstandenen Ergebnissen, die im GIS Georgien vorliegen, können weitere Fragestellungen zu Georgien beantwortet werden. Das Klima als der wichtigste Geofaktor hat dabei wesentlichen Einfluss auf den Naturraum. Klima und Relief stehen in direktem Zusammenhang. Die Oberflächenformen werden sehr stark durch die Klimatelemente Niederschlag und Temperatur bestimmt. Genauso bestehen Zusammenhänge zwischen Klima und Hydrologie, sowie zwischen Klima und Vegetation.

Das Klima bestimmt den Lebensraum des Menschen entscheidend. Die Landwirtschaft und die Forstwirtschaft sind genauso an Klimazonen gebunden wie die siedlungsgeographischen Gunsträume. Zudem stellen klimatische Extremereignisse wie Starkregen und damit verbundene Hochwasser eine Naturgefahr für den Menschen dar.

Klimauntersuchungen und Klimazonierungen haben daher einen wesentlichen Stellenwert in der Geographie, der sich auch im Erdkundeunterricht widerspiegeln soll. Der Einfluss des Klimas auf den Natur- und Kulturraum des Menschen muss den Schülern bewusst werden und verdeutlicht die Bedeutung des Faches Erdkunde in der Schule.

9 Quellennachweis

9.1 Literatur

- BAHRENBURG, G., GIESE, E., NIPPER, J. (1990): Statistische Methoden in der Geographie 1. - Teubner-Verlag, Stuttgart.
- BLÜTHGEN, J., WEISCHET, W. (1980): Allgemeine Klimageographie. - De Gruyter Verlag, Berlin, New York.
- BORISOV, A.A. (1965): Climates of the U.S.S.R. - Oliver and Boyd LTD, Edinburgh.
- BRÜNING, K. (1954): Asien. - Atlantik-Verlag Paul List, Frankfurt a.M..
- DIERCKE Handbuch (1996). - Westermann Schulbuchverlag, Braunschweig.
- FRANKENBERG, P. (1988): „Gedanken zum irdischen Klimawandel“. In: Geographie heute, 9. Jg., H.61, S. 6-12.
- FRANKENBERG, P. (1991): Moderne Klimakunde. - Westermann Schulbuchverlag, Braunschweig.
- FRANZ, H.-J. (1973): Physische Geographie der Sowjetunion. - VEB Hermann Haack, Gotha/Leipzig.
- HEYER, E. (1975): Witterung und Klima. – Teubner-Verlag, Leipzig.
- HUPFER, P., KUTTLER, W. (1998): Witterung und Klima. - Teubner-Verlag, Stuttgart.
- KARGER A., STADELBAUER J. (1978): Fischer Länderkunde Sowjetunion. - Fischer Taschenbuch Verlag, Frankfurt a.M..
- KAUFMANN R. (2000): Kaukasus. - Prestel Verlag, München.
- KFW Länderinformation (2000): Georgien – Partnerschaft mit Perspektiven, Frankfurt a. M..
- KLEIN, G. (1994): Regionalisierung von Niederschlag mit Hilfe digitaler Geländeinformationen. - Freiburger Geographische Hefte, Selbstverlag des Instituts für Physische Geographie der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg i.Br.
- KÖPPEN, W. (1923): Die Klimate der Erde. - Berlin, Leipzig.
- KVASTIANI T., SPOLANSKI V., STERNFELDT A. (2000): Georgien entdecken. – Trescher Verlag, Berlin.
- LAUER, W. (1995): Klimatologie, Das Geographische Seminar. - Braunschweig.

- LYDOLPH P.E. (1977): *Climates of the Soviet Union*. - Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam.
- MALBERG, H. (1997): *Meteorologie und Klimatologie*. - Springer-Verlag, Berlin.
- MECKELEIN, W. ((1951) 1998): *Nordkaukasien: Eine landeskundliche Untersuchung – In Auszügen ausgewählt und annotiert von J. STADELBAUER*. - Stuttgarter geographische Studien, Stuttgart.
- MÜLLER M.J. (1996): *Handbuch ausgewählter Klimastationen der Erde*. – Universität Trier, Trier.
- SAUER, T. (2002): *Interpolation in geographischen Informationssystemen – Mathematischer Hintergrund*. - Script zur Vorlesung vom Wintersemester 2002/2003 an der Justus-Liebig-Universität Giessen.
- SIEGMUND, A. (1995): *Die Klimate der Erde – ein computergestützter Klassifikationsentwurf unter besonderer Berücksichtigung didaktischer Aspekte*. - Materialien zur Geographie, Heft 28, Mannheim.
- SIEGMUND, A., FRANKENBERG, P. (1999): *Die Klimatypen der Erde – ein didaktisch begründeter Klassifikationsversuch*. In: *Geographische Rundschau*, 51. Jg., H. 9, S. 494-499.
- STADELBAUER, J. (1983): *Studien zur Agrargeographie Transkaukasiens. - Osteuropastudien der Hochschulen des Landes Hessen*, Giessen.
- STADELBAUER, J. (1996): *Die Nachfolgestaaten der Sowjetunion*. - Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt.
- Statistical Yearbook of Georgia 2001. - State Departement for Statistics of Georgia, Tbilisi.
- Statistisches Bundesamt (1994), *Länderbericht Georgien*. - Metzler-Poeschel Verlag Stuttgart.
- WEISCHET W., ENDLICHER W. (2000): *Regionale Klimatologie Teil 2: Die Alte Welt*. - Teubner-Verlag, Stuttgart.
- World Bank (1996): *Georgia – reform in the food and agriculture sector*. - World Bank country study, Washington.

9.2 Karten und Atlanten

DIERCKE Weltatlas (1996). - Westermann Schulbuchverlag, Braunschweig.

DZOZENIDZE, DAVITAIA, KEZCHOVELI (1964): Atlas von Georgien. Tbilisi, Moskau.

Kaukasus (1997). 1 : 1.000.000, Freytag & Berndt - Verlag.

9.3 Internet

www.cia.gov

www.diewelt.de

www.erdkunde-online.de

www.georgien-nachrichten.de

www.georgien-portal.de

www.georgienseite.de

www.parliament.ge

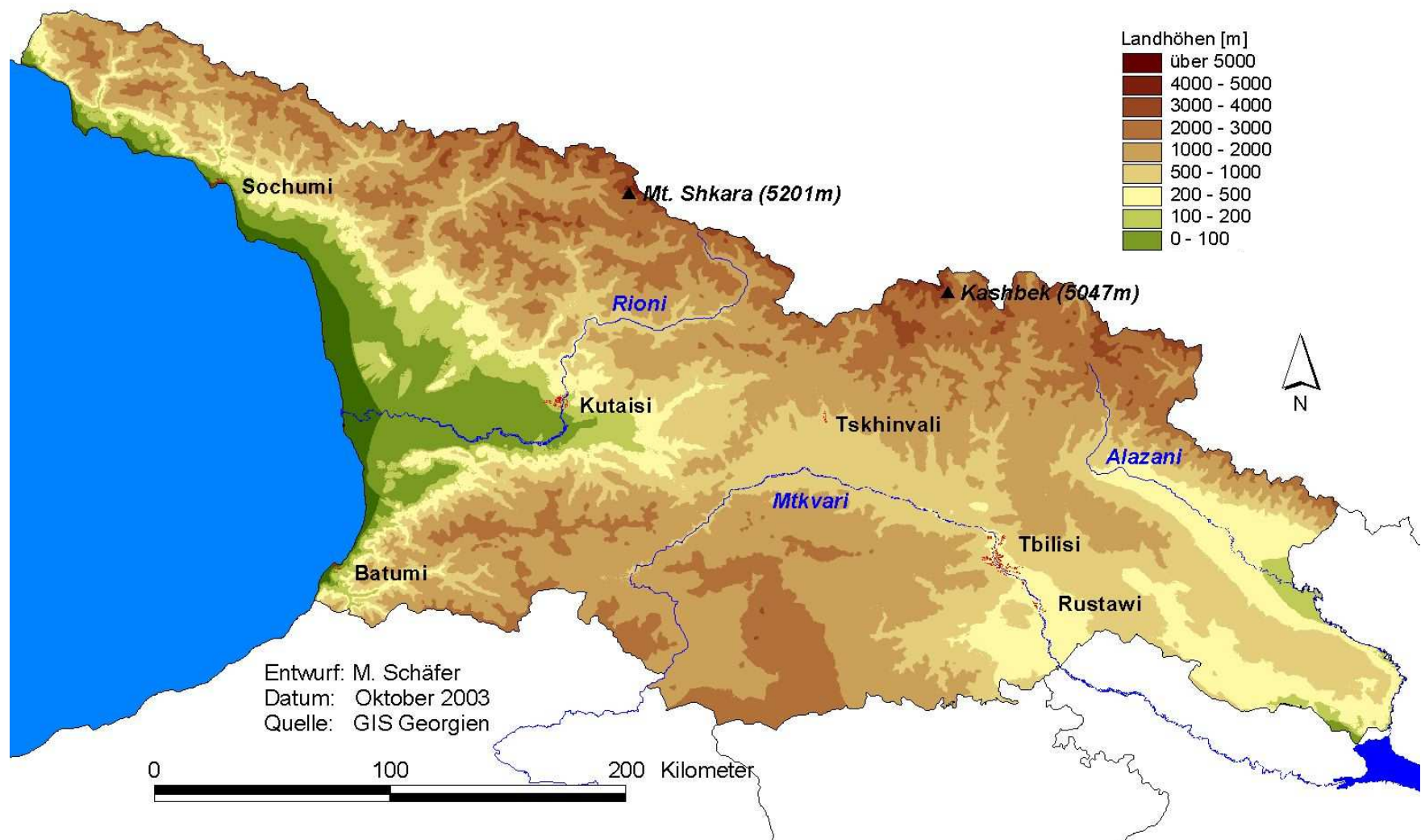
www.rzuser.uni-heidelberg.de/~ci4/georgien/karten/nieder.jpg

Anhang

- A.1 Georgien und seine Nachbarländer (M. Schäfer).
- A.2 Georgien in der physischen Übersicht (M. S.).
- A.3 Die Regionen Georgiens (M. S.).
- A.4 Überblick über die Klimadaten von 101 Klimastationen (M. S.).
- A.5 Die Lage der Klimastationen (Hydrometeorologisches Institut Tbilisi).
- A.6 Vergleich der Niederschlagsmittelwerte für die Messperioden 1961-1990 und 1966-1990 (M. S.).
- A.7 Niederschläge im Jahr (M. S.).
- A.8 Niederschläge im Westen im Vergleich zu Niederschlägen im Osten Georgiens (M. S.).
- A.9 Jahresgang des Niederschlags (M. S.).
- A.10 Klimadiagramme von 63 Klimastationen Georgiens (M. S.).
- A.11 Niederschläge im Jahr (W. BAGRATIONI).
- A.12 Temperaturen im Januar (M. S.).
- A.13 Temperaturen im Juli (M. S.).
- A.14 Natürliche agroklimatische Zonen Georgiens (Weltbank).
- A.15 Hauptklimazonen mittels Thiessen-Polygonen (M. S.).
- A.16 Klimazonen mittels Thiessen-Polygonen (M. S.).
- A.17 Klimakarte Georgiens (M. S.).



A.1: Georgien und seine Nachbarländer, vgl. mit Abb. 2.1 auf S. 3 (erstellt von M. Schäfer).



A.2: Georgien in der physischen Übersicht, vgl. mit Abb. 2.3 auf S. 5 (erstellt von M. Schäfer).



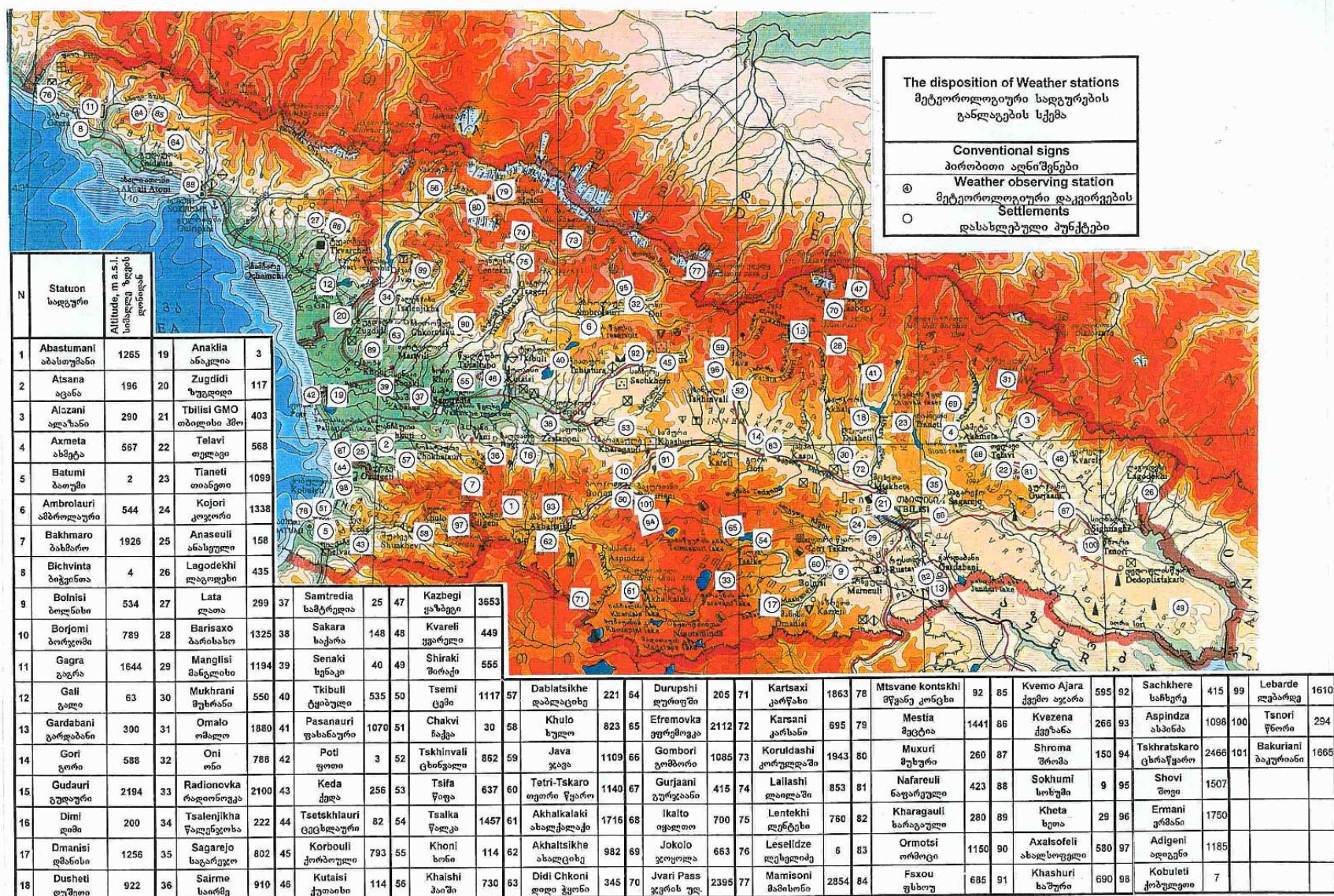
A.3: Die Regionen Georgiens, vgl. mit Abb. 2.5 auf S. 7 (erstellt von M. Schäfer).

Übersicht der vorhandenen Klimadaten zu den 102 Klimastationen Georgiens

Station			Messwerte									Station
Nummer	Name	Höhe ü.d.M. [m]	Lufttemperatur						Niederschlag			in Betrieb
			monatliche Mittelwerte [°C]	Messperiode	monatliche Tiefsttem- peratur [°C]	Messperiode	monatliche Höchsttem- peratur [°C]	Messperiode	monatliche Mittelwerte [mm]	Messperiode	fehlende Jahre	
1	Abastumani	1265	x	1961 - 1990	x	1961-1990			x	1966-1990		x
2	Atsana	196	x	1932 - 1961								
3	Alazani	290	x	1935 - 1964					x	1959-1992	1965-1983	
4	Axmeta	567	x	1961 - 1990	x	1961-1990	x	1961-1990	x	1966-1990		
5	Batumi	2	x	1961 - 1990	x	1961-1990	x	1961-1990	x	1970-1992	1976	x
6	Ambrolauri	544	x	1961 - 1990					x	1961-1990		x
7	Bakhmaro	1926	x	1961 - 1990	x	1961-1990	x	1961-1990	x	1961-1990	1966-1976	x
8	Bichvinta	4	x	1961 - 1990	x	1961-1990	x	1961-1990	x	1959-1990	1977-1983	
9	Bolnisi	534	x	1961 - 1990	x	1961-1990	x	1961-1990	x	1961-1990	(1966-1983)	x
10	Borjomi	789	x	1961 - 1990	x	1961-1990	x	1961-1990	x	1961-1990	1968	x
11	Gagra	1644	x	1961 - 1990	x	1961-1990	x	1961-1990	x	1961-1990		
12	Gali	63	x	1961 - 1990	x	1961-1990	x	1961-1990	x	1961-1990	1965	
13	Gardabani	300	x	1961 - 1990	x	1961-1990	x	1961-1990	x	1961-1990		x
14	Gori	588	x	1961 - 1990	x	1961-1990	x	1961-1990	x	1964-1990		x
15	Gudauri	2194	x	1961 - 1990	x	1961-1977	x	1961-1977	x	1966-1983		
16	Dimi	200	x	1961 - 1990	x	1961-1987	x	1961-1987	x	1961-1988	1977-1983	
17	Dmanisi	1256	x	1961 - 1990	x	1961-1990	x	1961-1990	x	1961-1990		
18	Dusheti	922	x	1961 - 1990	x	1961-1990	x	1961-1990	x	1966-1990		x
19	Anaklia	3	x	1932 - 1961								
20	Zugdidi	117	x	1961 - 1990	x	1961-1987	x	1961-1990	x	1961-1990		x
21	Tbilisi GMO	403	x	1961 - 1990	x	1961-1990	x	1961-1990	x	1961-1990		x
22	Telavi	568	x	1961 - 1990	x	1961-1990	x	1961-1990	x	1966-1990		x
23	Tianeti	1099	x	1961 - 1990	x	1961-1990	x	1961-1990	x	1961-1990		x
24	Kojori	1338	x	1961 - 1990	x	1961-1990	x	1961-1990	x	1961-1989		
25	Anaseuli	158	x	1961 - 1990					x	1966-1990		x
26	Lagodekhi	435	x	1961 - 1990	x	1961-1990	x	1961-1990	x	1961-1990		x
27	Lata	299	x	1961 - 1990	x	1961-1990	x	1961-1990	x	1961-1990	1977-1983	
28	Barisaxo	1325	x	1961 - 1990					x	1961-1990		x
29	Manglisi	1194	x	1961 - 1990	x	1961-1990	x	1961-1990	x	1961-1990		x
30	Mukhrani	550	x	1961 - 1990	x	1961-1990	x	1961-1990	x	1961-1990	1977-1983	x
31	Omalo	1880	x	1961 - 1990	x	1961-1990	x	1961-1990	x	1961-1990	1968	
32	Oni	788	x	1961 - 1990	x	1961-1990	x	1961-1990	x	1961-1990		
33	Radionovka	2100	x	1961 - 1990	x	1961-1974	x	1961-1990				x
34	Tsalenjikha	222	x	1932 - 1961								
35	Sagarejo	802	x	1961 - 1990	x	1961-1990	x	1961-1990	x	1961-1990		x
36	Sairme	910	x	1961 - 1990	x	1961-1987	x	1961-1988	x	1960-1988	1977-1983	
37	Samtredia	25	x	1961 - 1990	x	1961-1990	x	1961-1990	x	1961-1990	1966-1976	x
38	Sakara	148	x	1961 - 1990	x	1961-1990	x	1961-1990	x	1977-1990		x
39	Senaki	40	x	1961 - 1990	x	1961-1990	x	1961-1990	x	1966-1990		x
40	Tkibuli	535	x	1961 - 1990	x	1961-1990	x	1961-1990	x	1961-1990		x
41	Pasanauri	1070	x	1961 - 1990	x	1961-1990	x	1961-1990	x	1961-1990	1975	x
42	Poti	3	x	1961 - 1990	x	1961-1990	x	1961-1990	x	1967-1990	1977-1983	x
43	Keda	256	x	1961 - 1990	x	1961-1990	x	1961-1990	x	1961-1990		
44	Tsatskhauri	82	x	1931 - 1964								
45	Korbouli	793	x	1961 - 1990	x	1961-1987	x	1961-1987	x	1960-1988	1977-1983	
46	Kutaisi	114	x	1961 - 1990	x	1961-1990	x	1961-1990	x	1961-1990	1976	x
47	Kazbegi	3653	x	1961 - 1990	x	1961-1990	x	1961-1990	x	1961-1990	1974	x

48	Kvareli	449	x	1961 - 1990	x	1961-1990	x	1961-1990	x	1961-1990	1977-1983	x
49	Shiraki	555	x	1961 - 1990	x	1961-1990	x	1961-1990	x	1966-1990		
50	Tsemi	1117	x	1936 - 1965								
51	Chakvi	30	x	1961 - 1990	x	1961-1990	x	1961-1990	x	1966-1990		x
52	Tskhinvali	862	x	1961 - 1990	x	1961-1990	x	1961-1990	x	1966-1990		
53	Tsifa	637	x	1961 - 1990					x	1961-1990		x
54	Tsalka	1457	x	1961 - 1990					x	1961-1990		x
55	Khoni	114	x	1961 - 1990					x	1961-1987	1977-1983	
56	Khaishi	730	x	1961 - 1990	x	1961-1990	x	1961-1990	x	1966-1990	1977-1983	
57	Dablatsikhe	221	x	1961 - 1990								
58	Khulo	823	x	1961 - 1990	x	1961-1990	x	1961-1990	x	1966-1990		x
59	Java	1109	x	1961 - 1987	x	1961-1986	x	1961-1988	x	1961-1987		
60	Tetri-Tskaro	1140	x	1961 - 1990					x	1961-1990	1977-1983	x
61	Akhalkalaki	1716	x	1961 - 1990					x	1966-1990		x
62	Akhaltzikhe	982	x	1961 - 1990					x	1961-1990		x
63	Didi Chkoni	345	x	1935 - 1964								
64	Durupshi	205	x	1936 - 1965								
65	Efremovka	2112	x	1946 - 1975					x	1961-1980	1967, 1976	
66	Gombori	1085	x	1959 - 1988					x	1961-1988	1976	
67	Gurjaani	415	x	1961 - 1990					x	1966-1990	1971	x
68	Ikalto	700	x	1906 - 1935								
69	Jokola	663	x	1936 - 1965								
70	Jvris ugeltekhilli	2395	x	1961 - 1990					x	1977-1990		
71	Kartsaxi	1863	x	1946 - 1975								
72	Karsani	695	x	1906 - 1934								Gorovani
73	Koruldashi	1943	x	1958 - 1987					x	1961-1987		
74	Lailashi	853	x	1914 - 1919								
75	Lentekhi	760	x	1961 - 1990					x	1961-1990		x
76	Leselidze	6	x	1941 - 1962								
77	Mamisoni	2854	x	1961 - 1990					x	1966-1990	1977-1983	
78	Mtsvane kontskhi	92	x	1961 - 1990								
79	Mestia	1441	x	1961 - 1990					x	1966-1990	1968, 1977-1983	
80	Muxuri	260	x	1936 - 1951								
81	Nafareuli	423	x	1922 - 1964								
82	Kharagauli	280	x	1935 - 1964								Kalinini
83	Ormotsi	1150	x	1936 - 1965								
84	Fsxou	685	x	1961 - 1990					x	1966-1990		
85	Kvemo Ajara	595	x	1953 - 1965								
86	Kvezena	266	x	1961 - 1990					x	1961-1990	1968, 1977-1983	
87	Shroma	150	x	1936 - 1965								
88	Sokhumi	9	x	1924 - 1953					x	1977-1990		
89	Kheta	29	x	1961 - 1990								
90	Axalsofeli				x	1961 - 1990						
91	Khashuri				x	1961 - 1990	x	1961 - 1990	x	1961-1990		x
92	Sachkhere				x	1961 - 1990			x	1961-1990	1977-1983	x
93	Aspindza				x	1961 - 1987	x	1961 - 1987	x	1961-1988		
94	Tskhratskaro				x	1961 - 1990	x	1961 - 1990				
95	Shovi				x	1961 - 1990	x	1961 - 1990	x	1961-1990		x
96	Ermani				x	1961 - 1987	x	1961 - 1987	x	1961-1988		
97	Adigeni								x	1961-1990	1965-1983	
98	Kobuleti				x	1961 - 1990	x	1961 - 1990	x	1961-1990	1976	x
99	Lebarde				x	1961 - 1990	x	1961 - 1990	x	1961-1990	1972-1973	
100	Tsnori				x	1961 - 1990	x	1961 - 1990	x	1961-1990		
101	Bakuriani								x	1961-1990		

A.4: Überblick über den Bestand an Klimadaten von 101 Klimastationen, vgl. Kapitel 4 (erstellt von M. Schäfer).



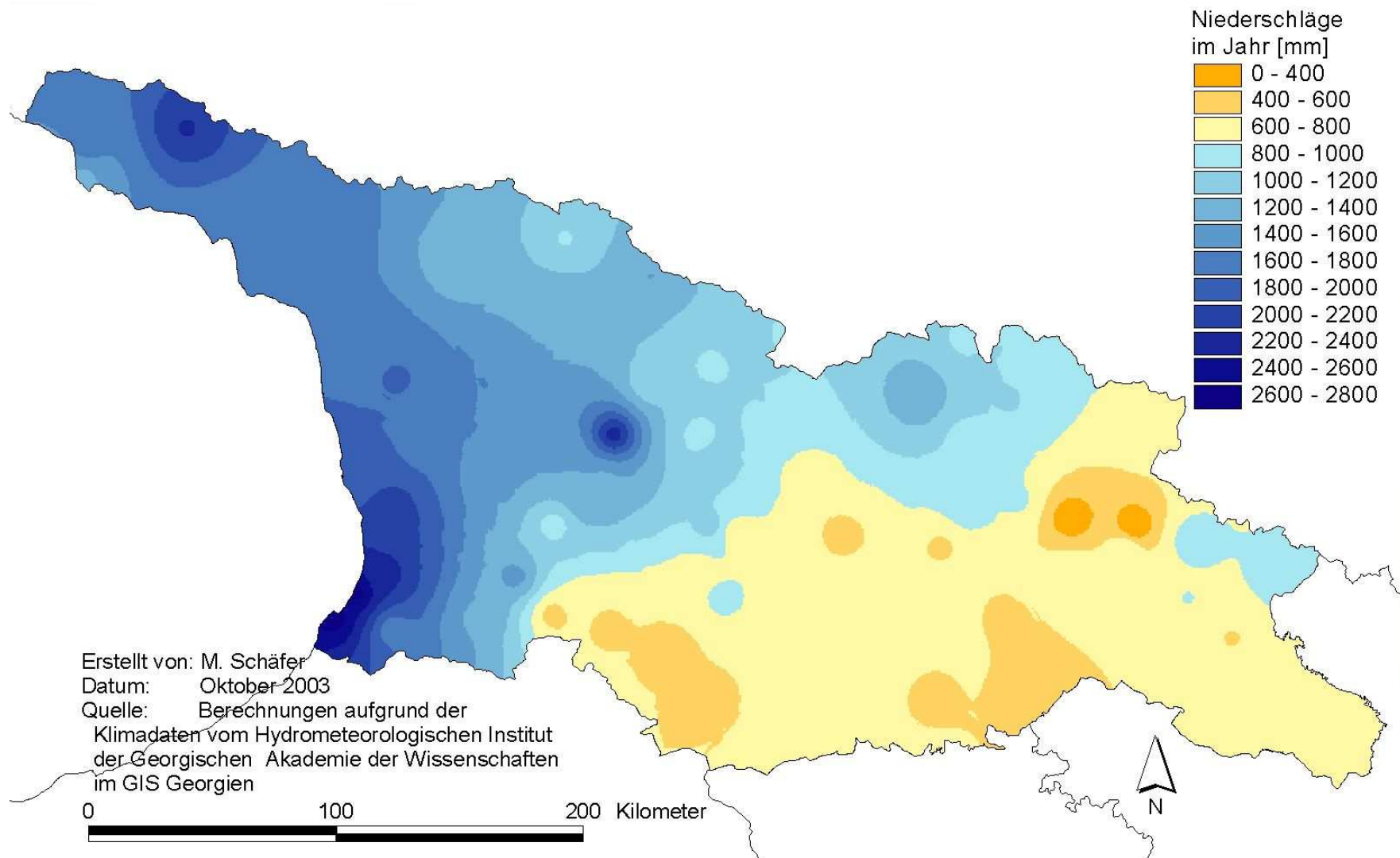
A.5: Die Lage der Klimastationen (erstellt vom Hydrometeorologischen Institut der Georgischen Akademie der Wissenschaften in Tbilisi).

Vergleich der Niederschlagsmittelwerte für die Messperioden 1961-1990 und 1966-1990

Id	name	elev [m]	p_period	missing_years	ges_mp [mm]	new_period	66-90_mp [mm]	difference	difference in %
1	Abastumani	1265	1966-1990		648	1966-1990	648	0	0%
2	Atsana	196							
3	Alazani	290	1959-1992	1965-1983	175				0%
4	Axmeta	567	1966-1990		199	1966-1990	199	0	0%
5	Batumi	2	1970-1992	1976	2704				0%
6	Ambrolauri	544	1961-1990		1045	1966-1990	1033	-12	-1%
7	Bakhmaro	1926	1961-1990	1966-1976	1472				0%
8	Bichvinta	4	1959-1990	1977-1983	1341	1966-1990	1344	4	0%
9	Bolnisi	534	1961-1990	(1966-1983)	513	1966-1990	518	6	1%
10	Borjomi	789	1961-1990	1968	693	1966-1990	683	-10	-2%
11	Gagra	1644	1961-1990		1661	1966-1990	1629	-32	-2%
12	Gali	63	1961-1990	1965	1682	1966-1990	1705	23	1%
13	Gardabani	300	1961-1990		405	1966-1990	423	18	4%
14	Gori	588	1963-1990		518	1966-1990	522	4	1%
15	Gudauri	2194	1966-1983		1405				0%
16	Dimi	200	1961-1988	1977-1983	1341				0%
17	Dmanisi	1256	1961-1990		656	1966-1990	644	-12	-2%
18	Dusheti	922	1966-1990		718	1966-1990	718	0	0%
19	Anaklia	3							
20	Zugdidi	117	1961-1990		1829	1966-1990	1869	40	2%
21	Tbilisi GMO	403	1961-1990		499	1966-1990	514	15	3%
22	Telavi	568	1966-1990		784	1966-1990	784	0	0%
23	Tianeti	1099	1961-1990		840	1966-1990	851	11	1%
24	Kojori	1338	1961-1990		754	1966-1990	750	-3	0%
25	Anaseuli	158	1966-1990		2103	1966-1990	2103	0	0%
26	Lagodekhi	435	1961-1990		968	1966-1990	949	-19	-2%
27	Lata	299	1961-1990	1977-1983	1751				0%
28	Barisaxo	1325	1961-1990		1012	1966-1990	1002	-11	-1%
29	Manglisi	1194	1961-1990		714	1966-1990	714	0	0%
30	Mukhrani	550	1961-1990	1977-1983	567				0%
31	Omalo	1880	1961-1990	1968	723	1966-1990	680	-43	-6%
32	Oni	788	1961-1990		958	1966-1990	954	-4	0%
33	Radionovka	2100							
34	Tsalenjikha	222							
35	Sagarejo	802	1961-1990		802	1966-1990	816	14	2%
36	Sairme	910	1960-1988	1977-1983	902				0%
37	Samtredia	25	1961-1990	1966-1976	1486				0%
38	Sakara	148	1977-1990		1341				0%
39	Senaki	40	1966-1990		1761	1966-1990	1761	0	0%
40	Tkibuli	535	1961-1990		2286	1966-1990	2286	0	0%
41	Pasanauri	1070	1961-1990	1975	954	1966-1990	971	17	2%
42	Poti	3	1967-1990	1977-1983	1891				0%
43	Keda	256	1961-1990		1681	1966-1990	1718	37	2%
44	Tsatskhauri	82							
45	Korbouli	793	1960-1988	1977-1983	1109				0%
46	Kutaisi	114	1961-1990	1976	1433	1966-1990	1441	8	1%
47	Kazbegi	3653	1961-1990	1974	973	1966-1990	893	-80	-8%
48	Kvareli	449	1961-1990	1977-1983	947				0%
49	Shiraki	555	1966-1990		622	1966-1990	622	0	0%
50	Tsemi	1117							

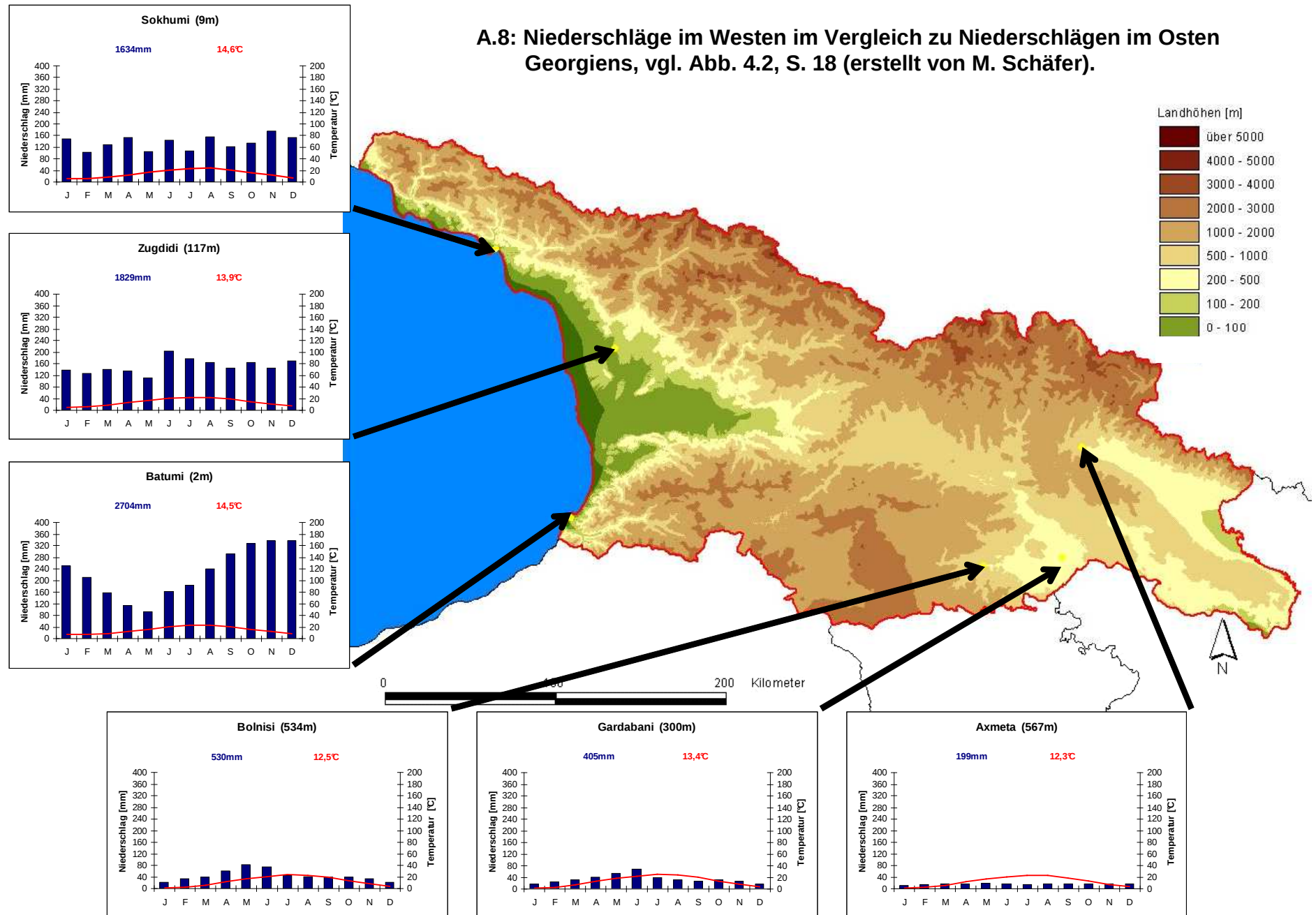
51	Chakvi	30	1966-1990		2656	1966-1990	2656	0	0%
52	Tskhinvali	862	1966-1990		675	1966-1990	675	0	0%
53	Tsifa	637	1961-1990		1095	1966-1990	1059	-36	-3%
54	Tsalka	1457	1961-1990		711	1966-1990	710	-1	0%
55	Khoni	114	1961-1987	1977-1983	1591				0%
56	Khaishi	730	1966-1990	1977-1983	1246				0%
57	Dablatsikhe	221							
58	Khulo	823	1966-1990		1377	1966-1990	1377	0	0%
59	Java	1109	1961-1987		951				0%
60	Tetri-Tskaro	1140	1961-1990	1977-1983	757				0%
61	Akhalkalaki	1716	1966-1990		550	1966-1990	550	0	0%
62	Akhaltzikhe	982	1961-1990		515	1966-1990	512	-4	-1%
63	Didi Chkoni	345							
64	Durupshi	205							
65	Efremovka	2112	1961-1980	1967, 1976	626				0%
66	Gombori	1085	1961-1988	1976	738				0%
67	Gurjaani	415	1966-1990	1971	807	1966-1990	807	0	0%
68	Ikalto	700							
69	Jokola	663							
70	Jvris ugeltekhili	2395	1977-1990		1300				0%
71	Kartsaxi	1863							
72	Karsani	695							
73	Koruldashi	1943	1961-1987		1405				0%
74	Lailashi	853							
75	Lentekhi	760	1961-1990		1312	1966-1990	1293	-18	-1%
76	Leselidze	6							
77	Mamisoni	2854	1966-1990	1977-1983	925				0%
78	Mtsvane kontskh	92							
79	Mestia	1441	1966-1990	1968, 1977-1983	990				0%
80	Muxuri	260							
81	Nafareuli	423							
82	Kharagauli	280							
83	Ormotsi	1150							
84	Fsxou	685	1966-1990		2219	1966-1990	2219	0	0%
85	Kvemo Ajara	595							
86	Kvezena	266	1961-1990	1968, 1977-1983	2202				0%
87	Shroma	150							
88	Sokhumi	9	1977-1990		1634				0%
89	Kheta	29							
90	Axalsofeli	580							
91	Khashuri	690	1961-1990		645	1966-1990	646	1	0%
92	Sachkhere	415	1961-1990	1977-1983	929				0%
93	Aspindza	1098	1961-1988		470				0%
94	Tskhratskaro	2466							
95	Shovi	1507	1961-1990		1166	1966-1990	1176	10	1%
96	Ermani	1750	1961-1988		1072				0%
97	Adigeni	1185	1961-1990	1965-1983	516				0%
98	Kobuleti	7	1961-1990	1976	2276	1966-1990	2254	-22	-1%
99	Lebarde	1610	1961-1990	1972-1973	1874	1966-1990	1801	-73	-4%
100	Tsnori	294	1961-1990		594	1966-1990	592	-2	0%
101	Bakuriani	1665	1961-1990		855	1966-1990	869	15	2%

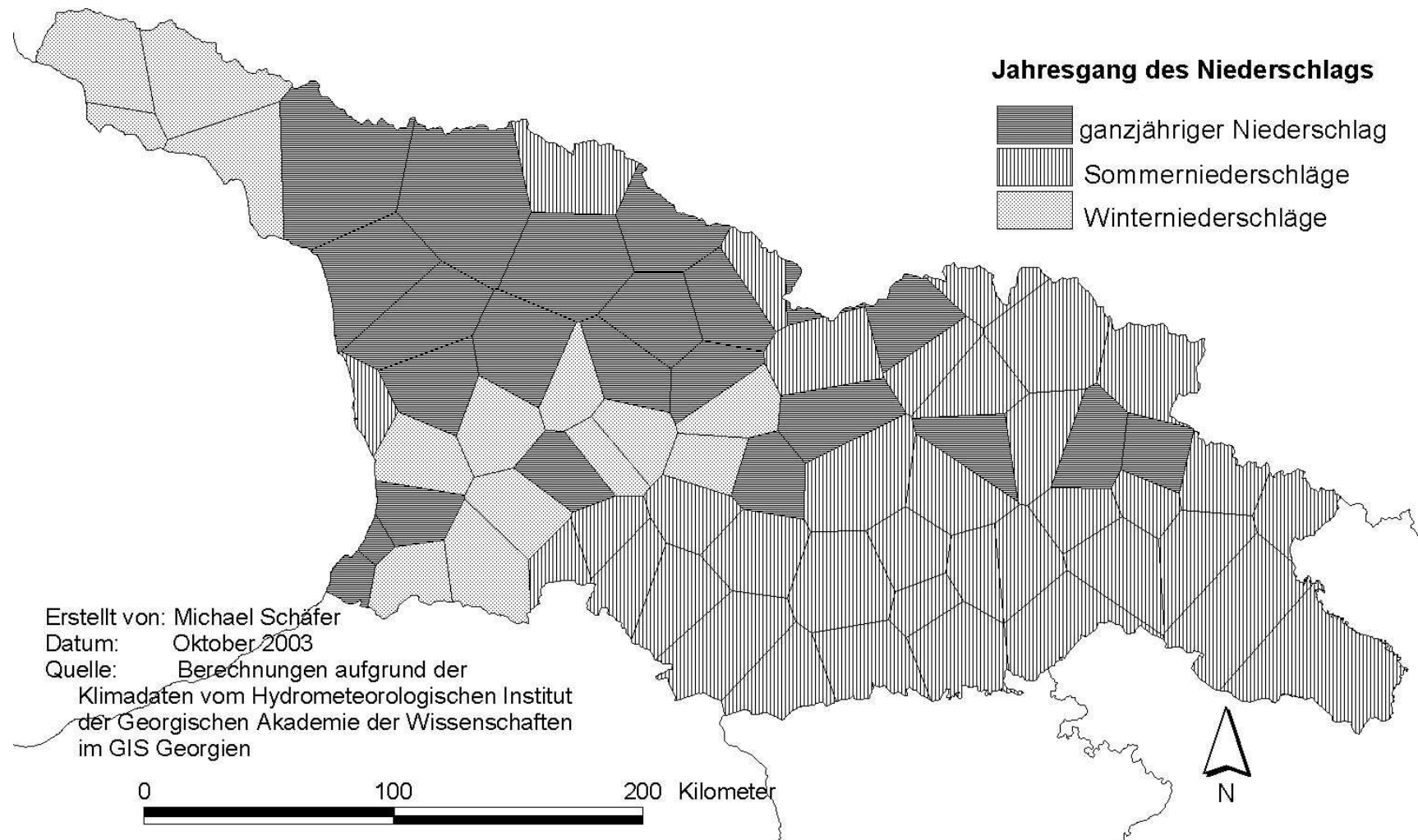
A.6: Vergleich der Niederschlagsmittelwerte für die Messperioden 1961 bis 1990 und 1966 bis 1990 (erstellt von M. Schäfer).



A.7: Niederschläge im Jahr, vgl. Abb. 4.1 auf S. 17 (erstellt von M. Schäfer).

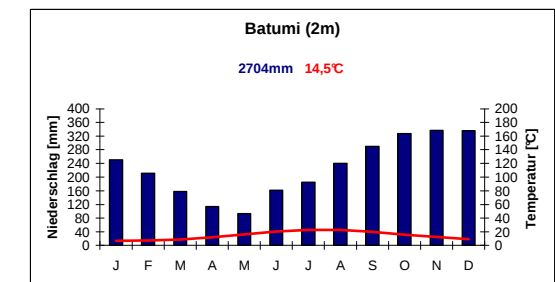
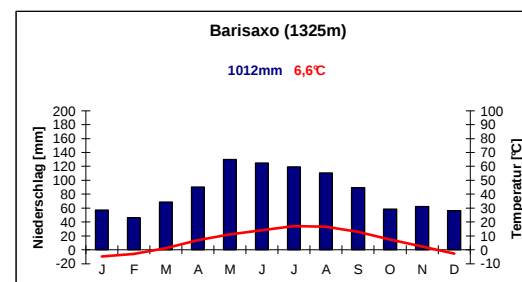
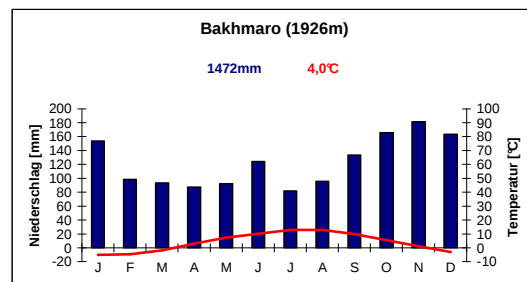
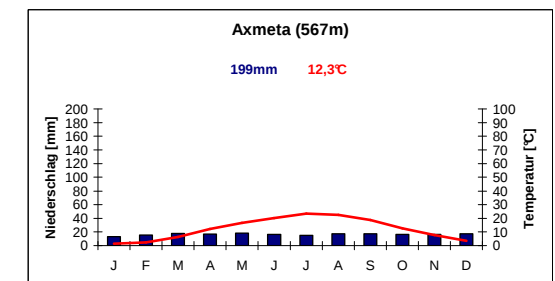
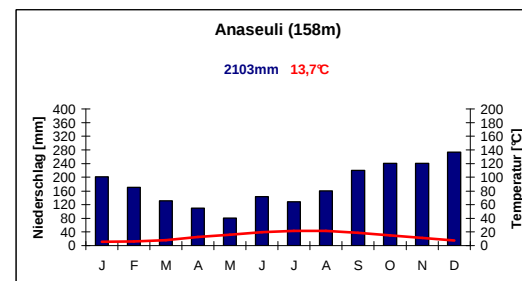
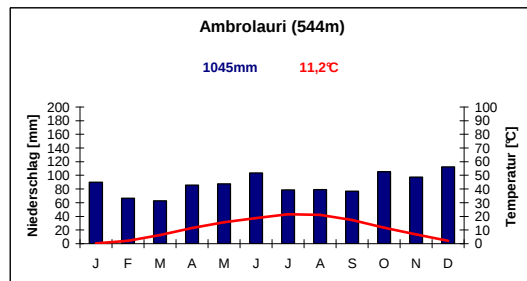
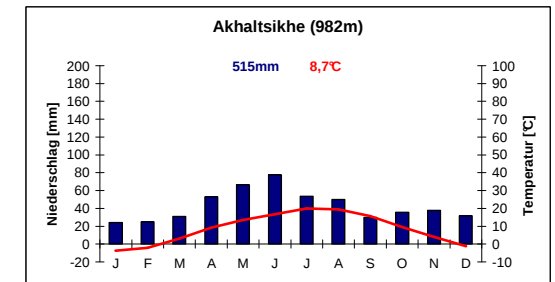
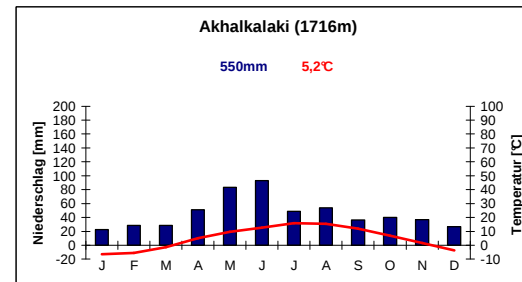
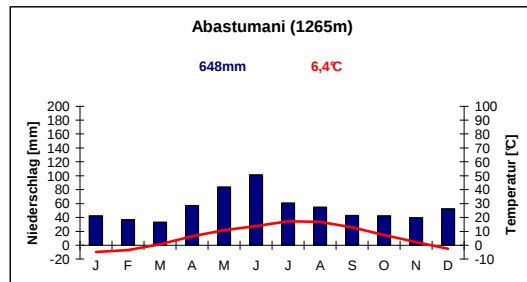
A.8: Niederschläge im Westen im Vergleich zu Niederschlägen im Osten Georgiens, vgl. Abb. 4.2, S. 18 (erstellt von M. Schäfer).

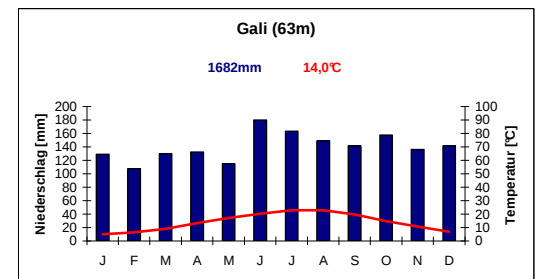
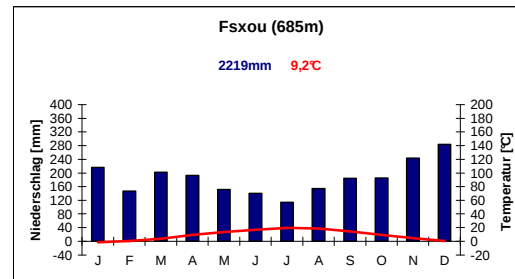
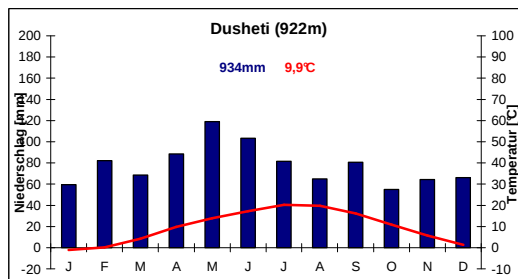
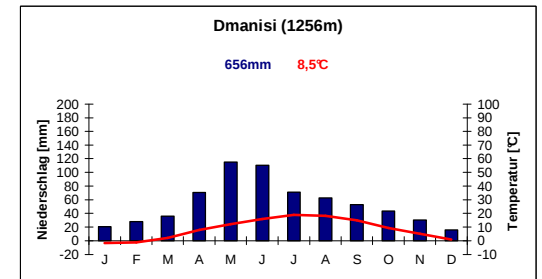
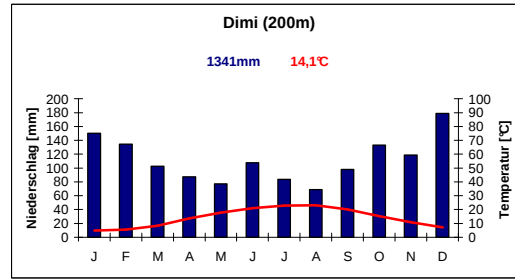
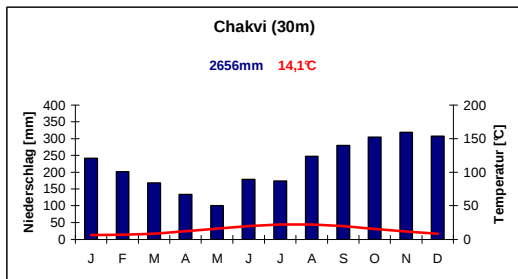
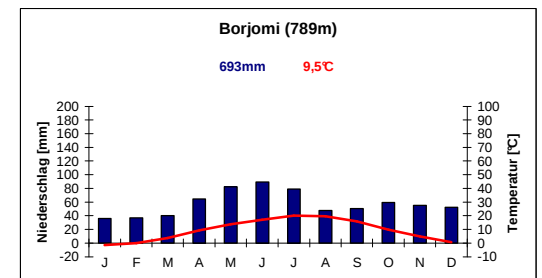
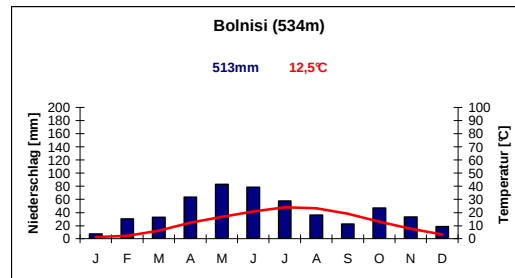
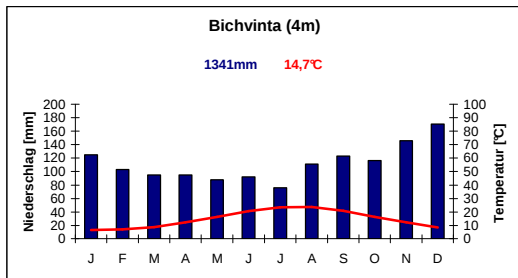


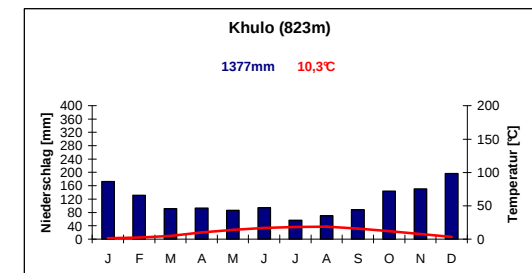
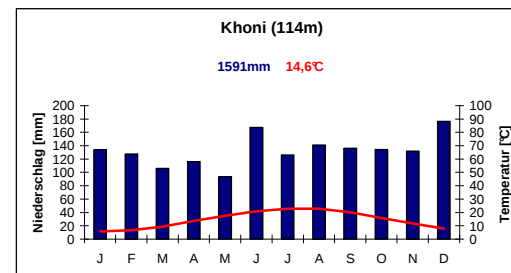
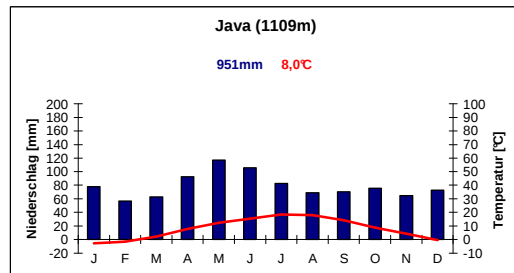
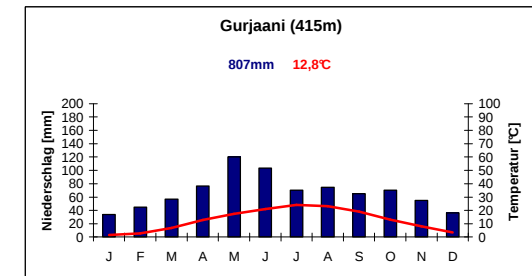
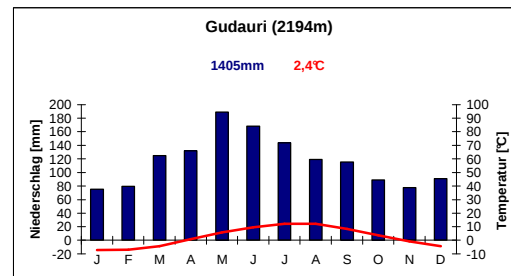
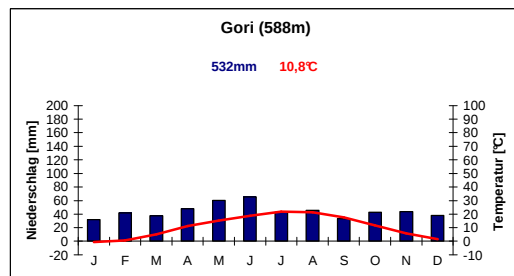
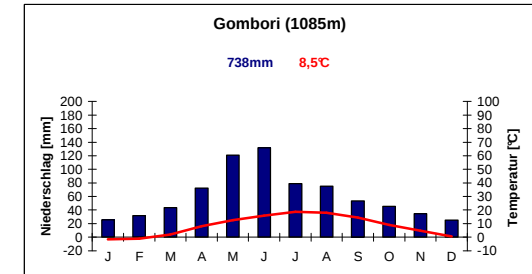
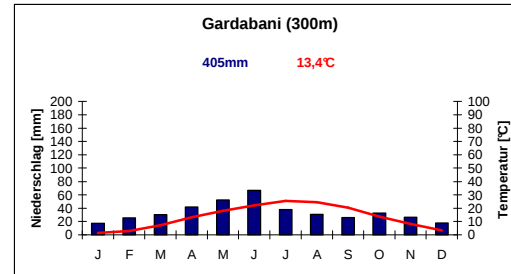
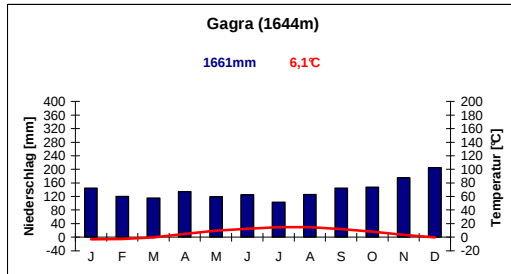


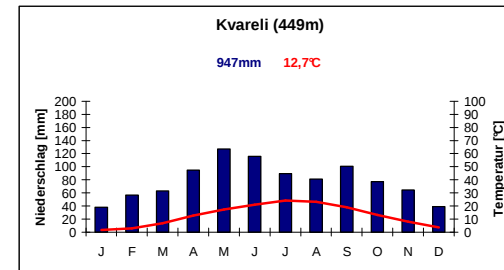
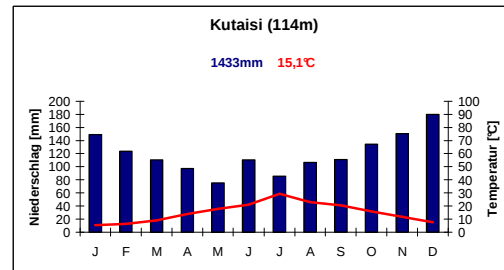
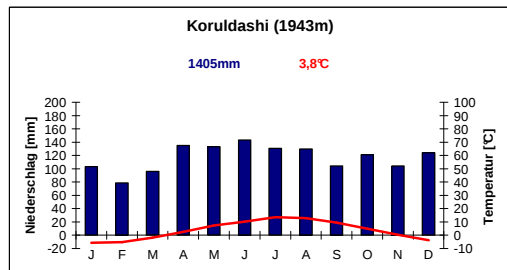
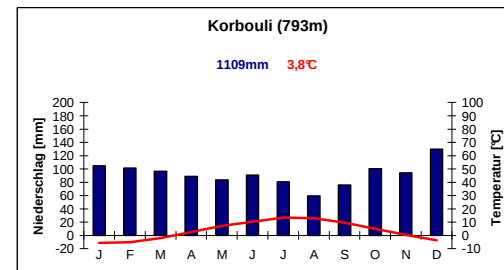
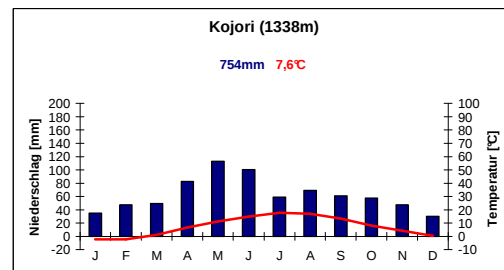
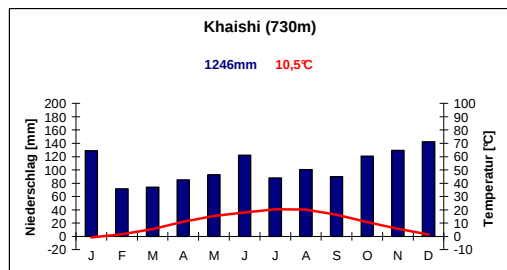
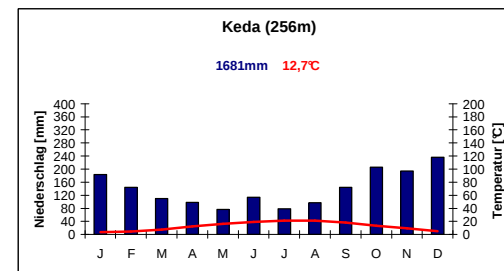
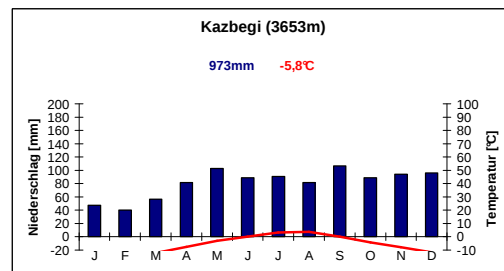
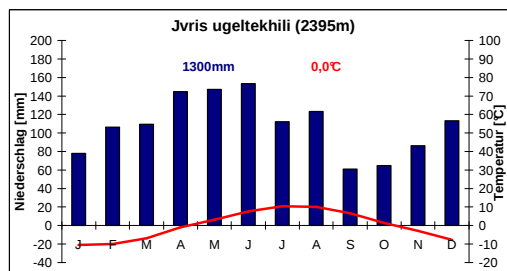
A.9: Jahresgang des Niederschlags, vgl. Abb. 4.3 auf S. 20 (erstellt von M. Schäfer).

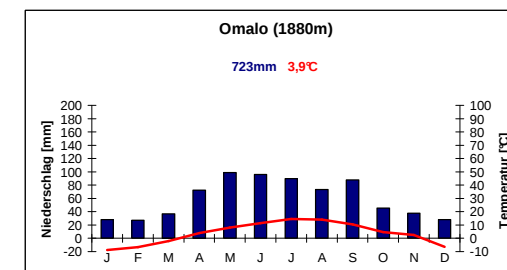
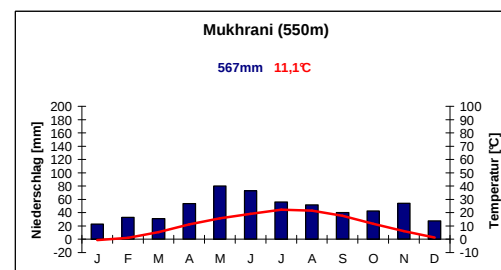
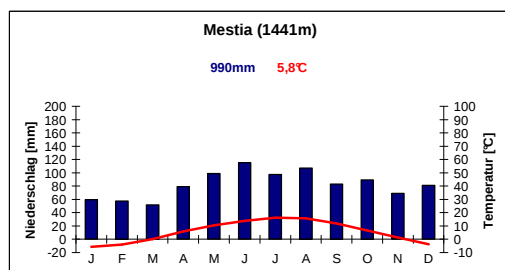
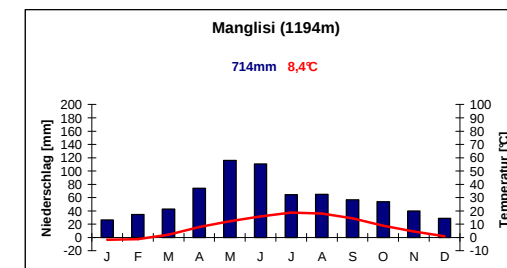
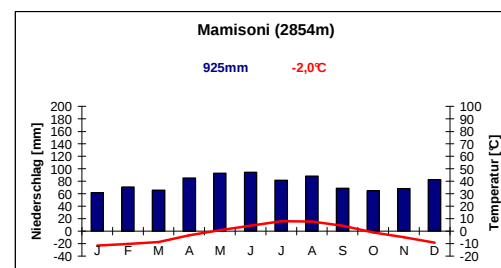
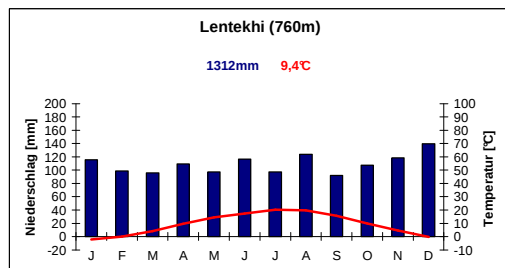
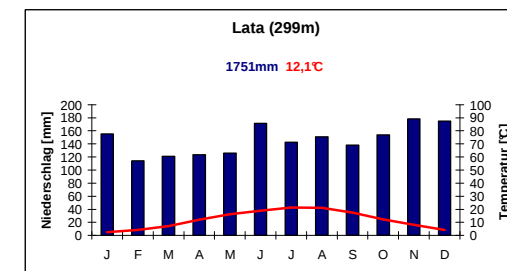
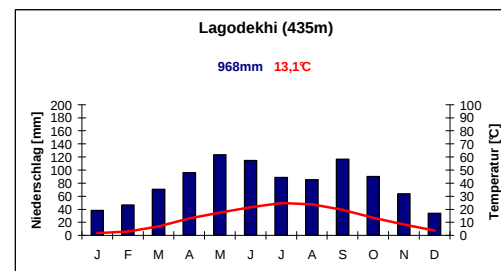
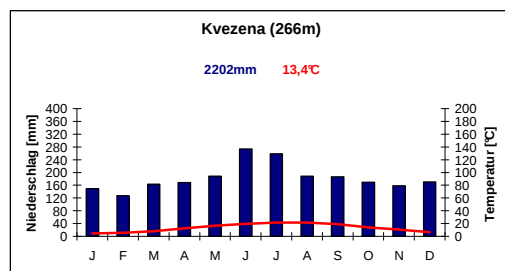
A.10: Klimadiagramme von 63 Klimastationen Georgiens, alphabetisch geordnet (erstellt von M.Schäfer).

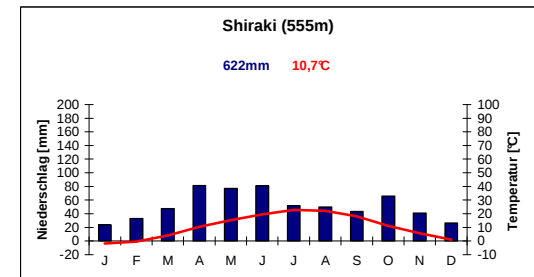
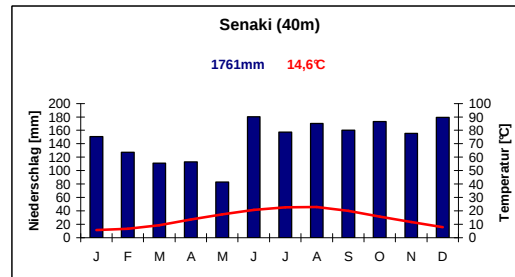
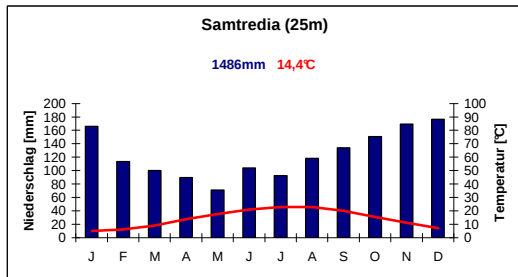
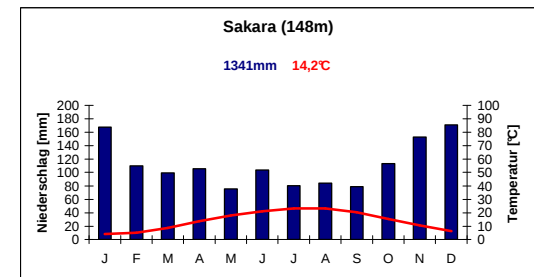
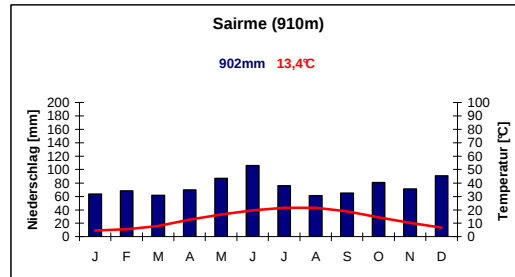
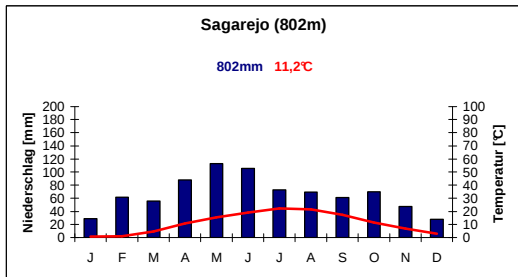
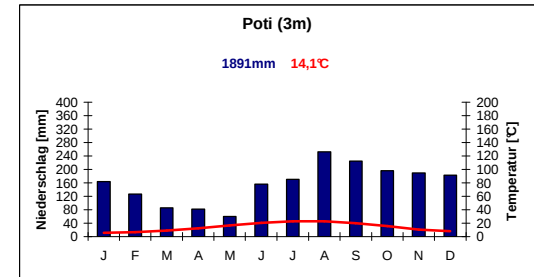
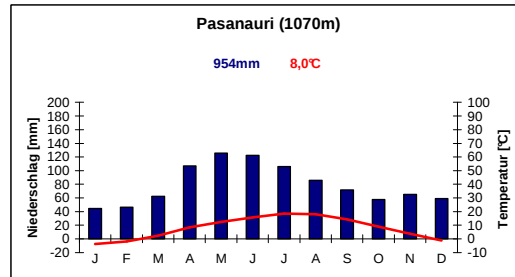
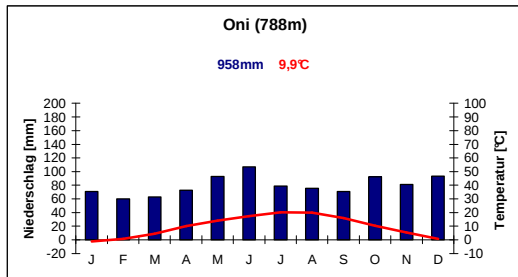


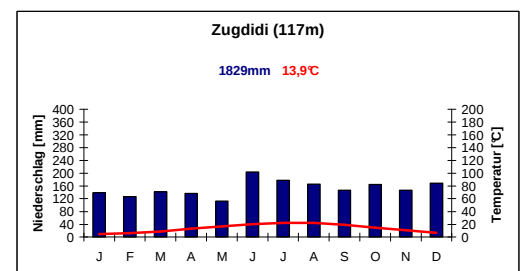
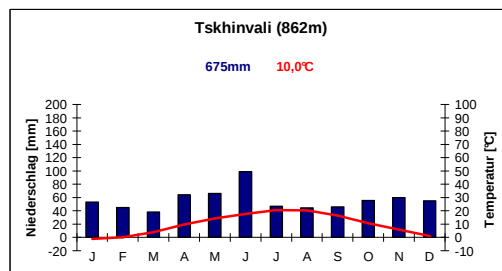
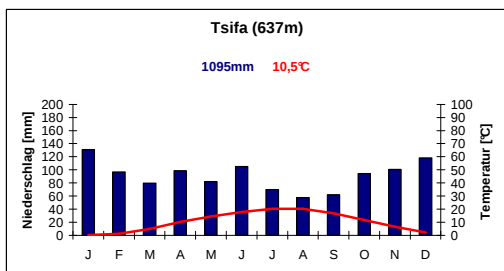
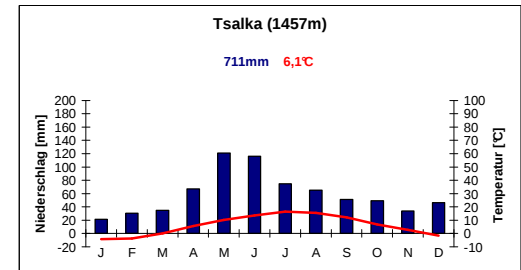
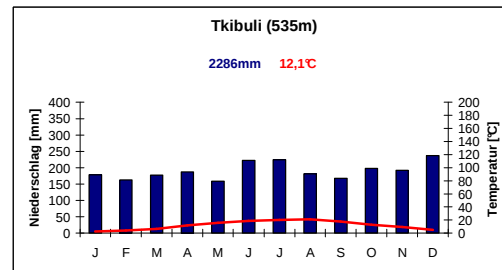
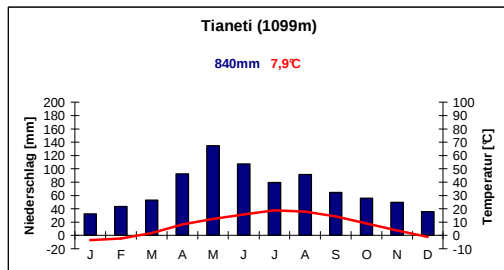
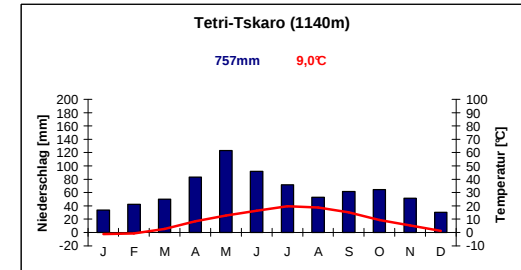
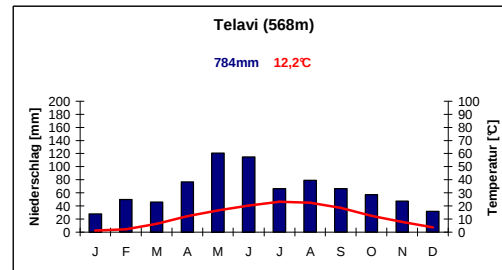
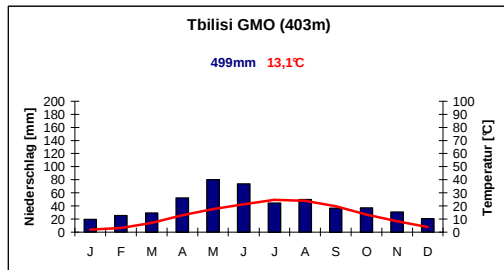






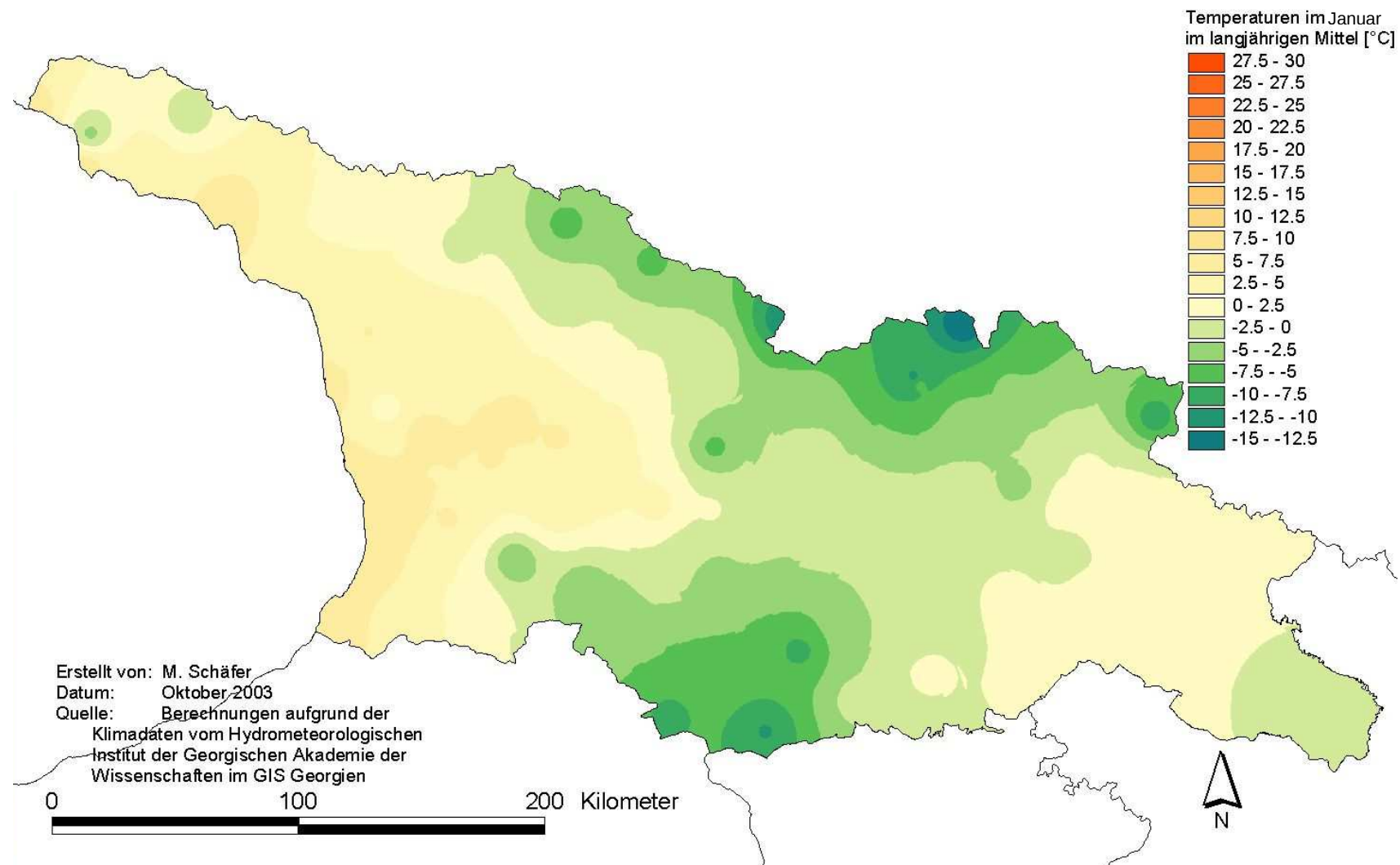




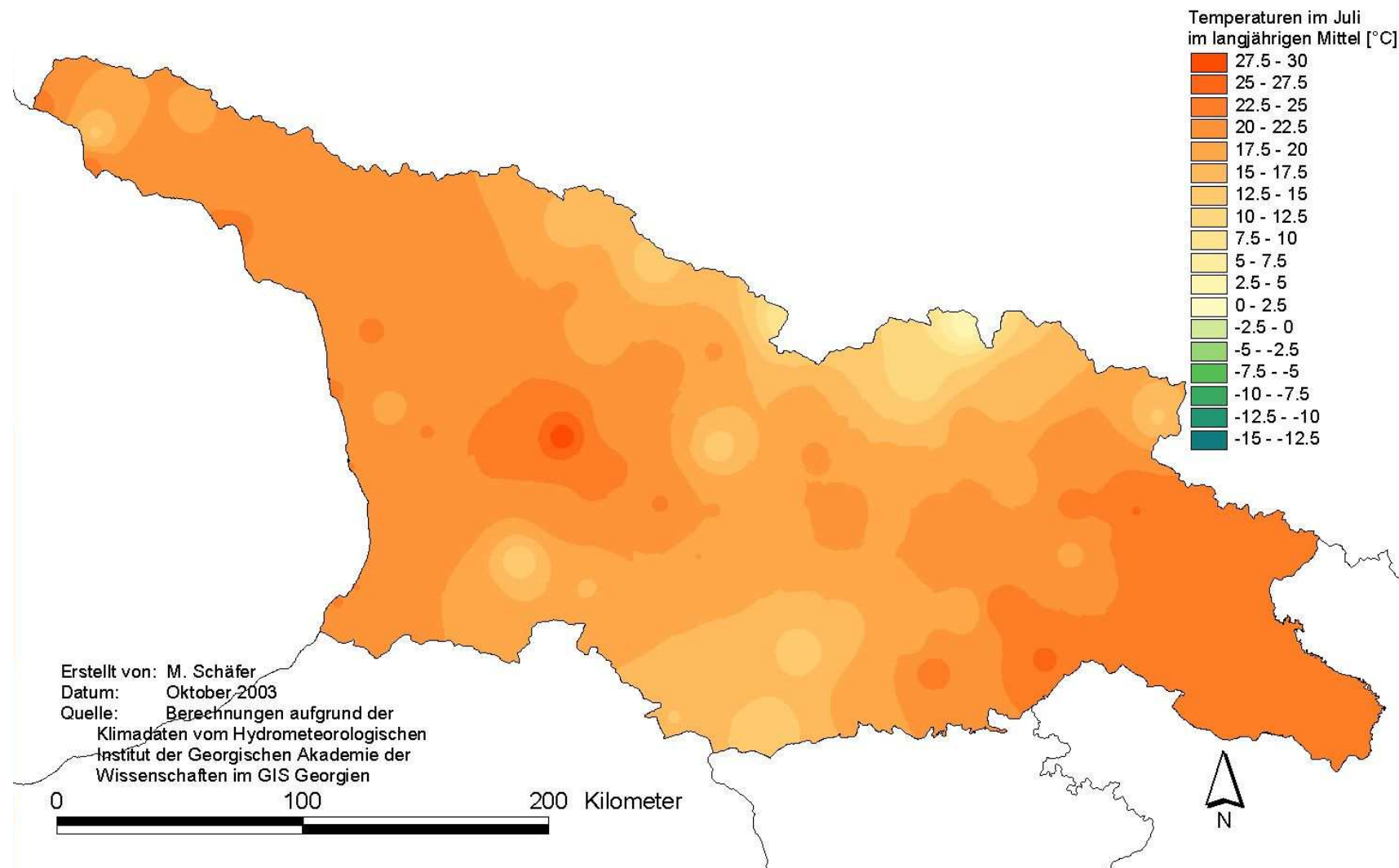




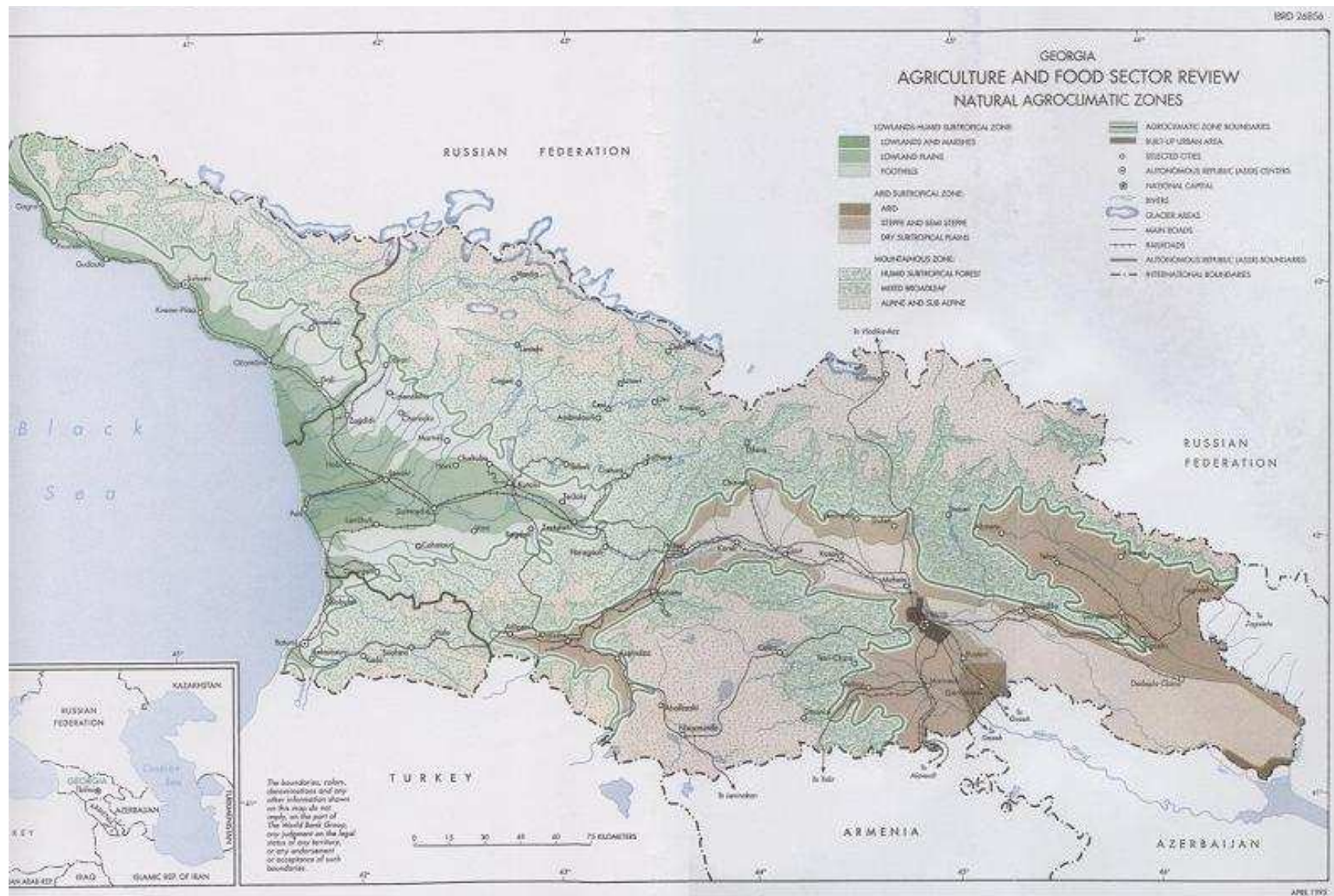
A.11: Niederschläge im Jahr, vgl. Abb. 4.6 auf S. 24 (erstellt von W. BAGRATIONI vom Geographischen Institut der Georgischen Akademie der Wissenschaften in Tbilisi).



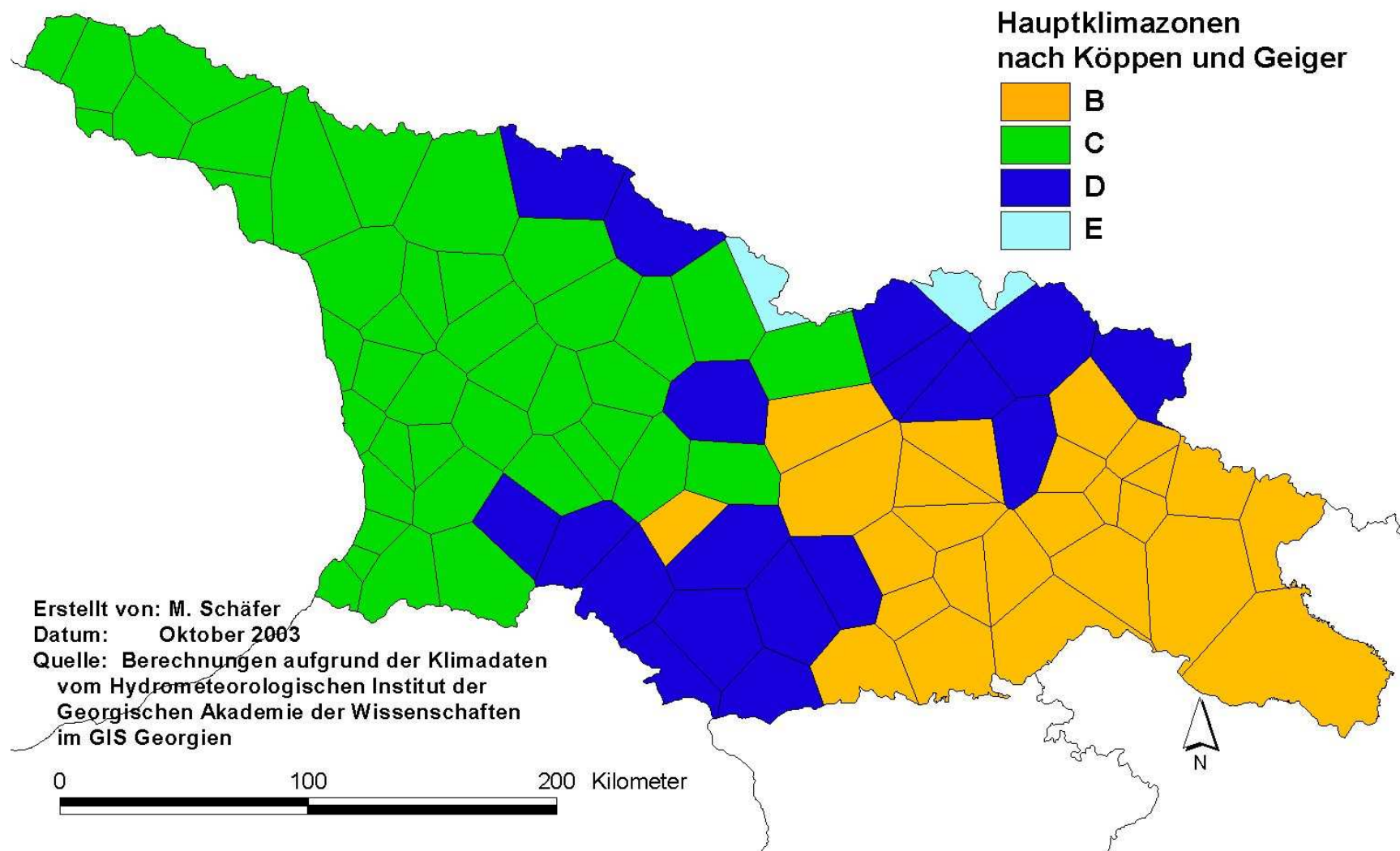
A.12: Temperaturen im Januar im langjährigen Mittel, vgl. Abb. 5.1 auf S. 26 (erstellt von M. Schäfer).



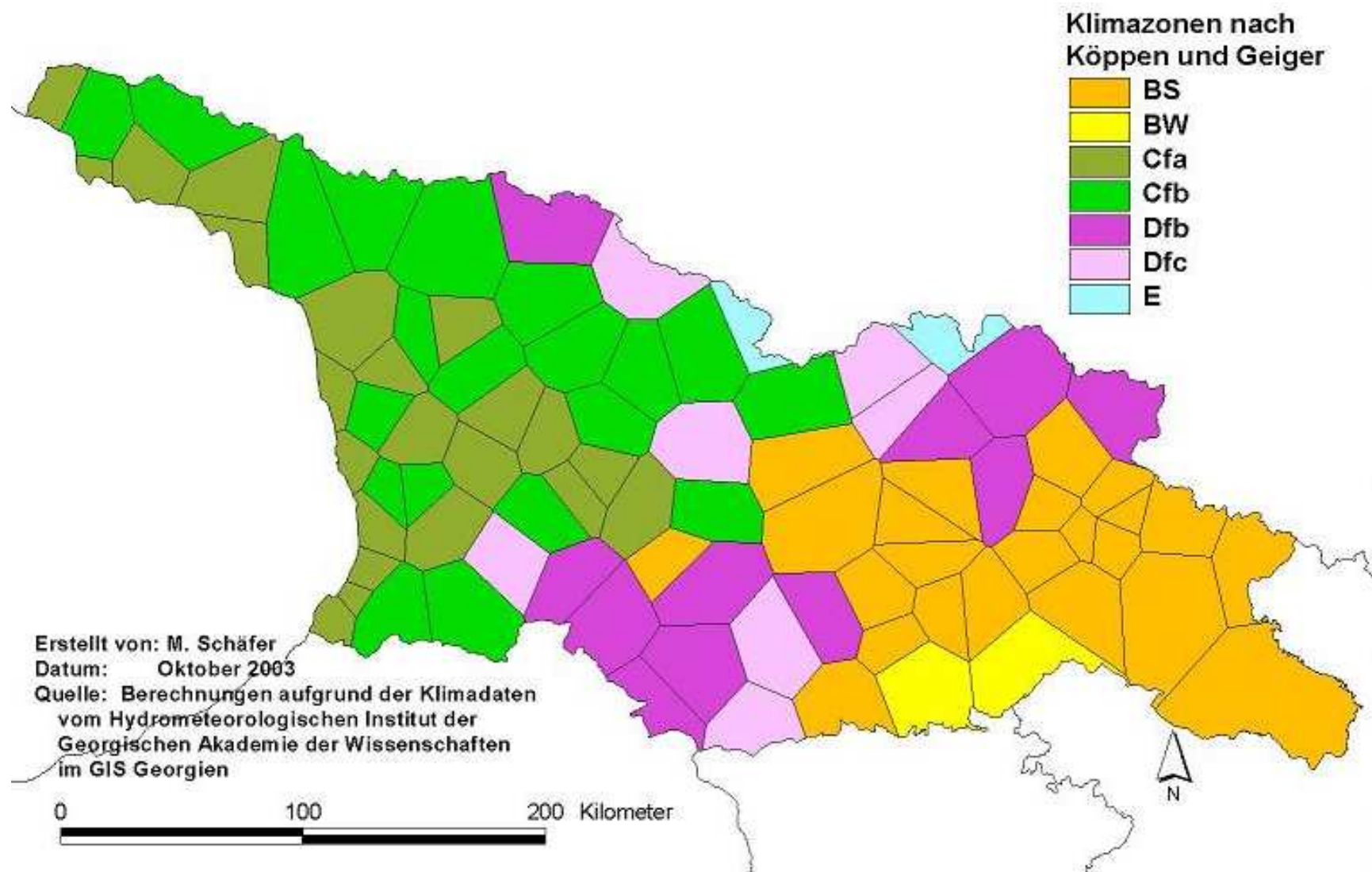
A.13: Temperaturen im Juli im langjährigen Mittel, vgl. Abb. 5.2 auf S. 26 (erstellt von M. Schäfer).



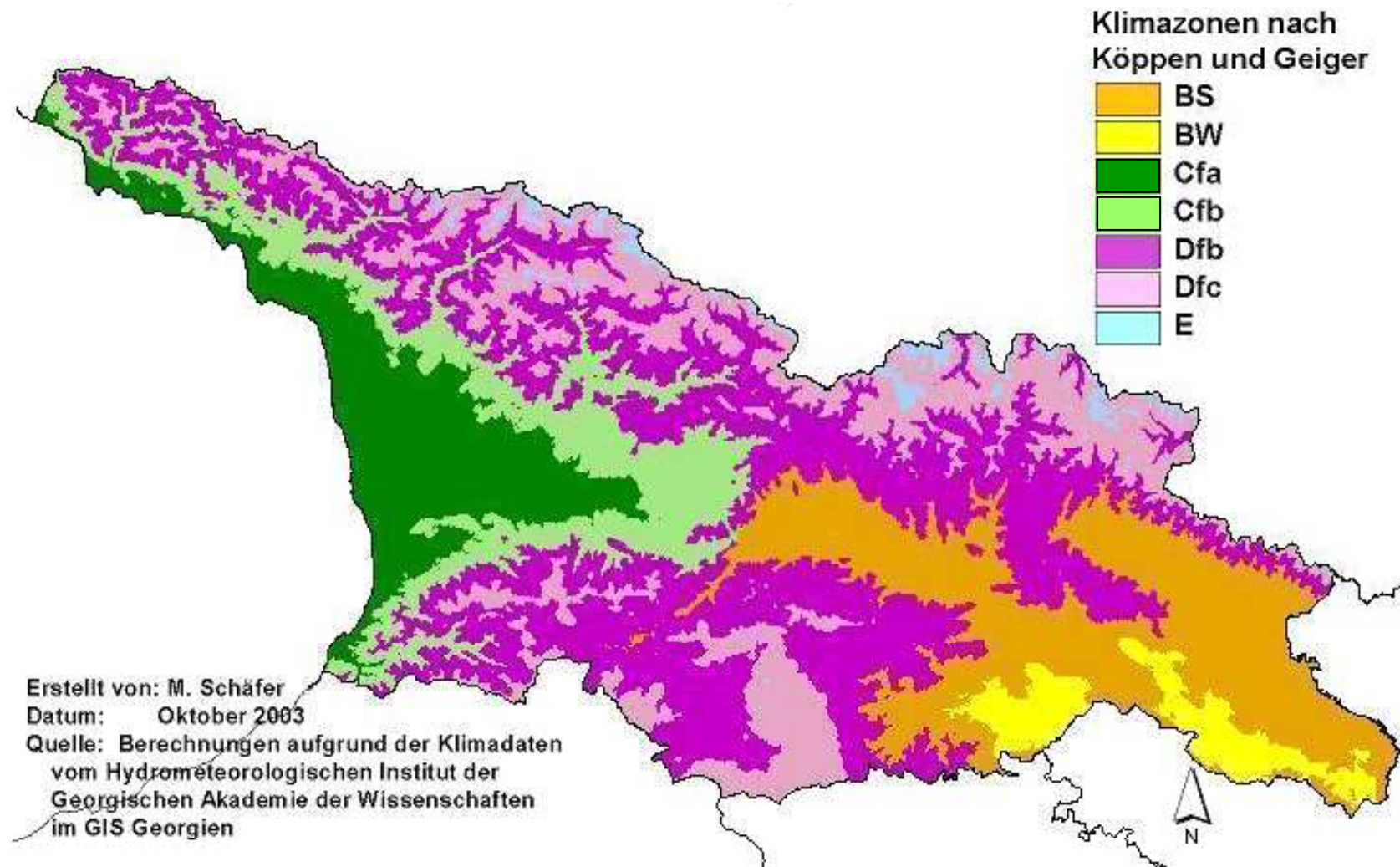
A.14: Natürliche agroklimatische Zonen Georgiens nach der Weltbank, vgl. Abb. 6.3 auf S. 37.



A.15: Hauptklimazonen Georgiens nach KÖPPEN und GEIGER mittels Thiessen-Polygonen interpoliert, vgl. Abb. 7.1 auf S. 42 (erstellt von M. Schäfer).



A.16: Klimazonen Georgiens nach KÖPPEN und GEIGER mittels Thiessen-Polygonen interpoliert, vgl. Abb. 7.2 auf S.42 (erstellt von M. Schäfer).



A.17: Klimakarte Georgiens unter Berücksichtigung der Höhe, vgl. Abb. 7.3 auf S. 43 (erstellt von M. Schäfer).