

	Seite
<b>1 Problemstellung und Zielsetzung</b> .....	13
<b>2 Einführung</b> .....	15
2.1 Lage des Arbeitsgebietes.....	15
2.2 Die klimatischen Verhältnisse im Arbeitsgebiet.....	16
2.3 Vegetation und anthropogene Nutzung im Arbeitsgebiet.....	20
2.4 Die geologisch-tektonischen Verhältnisse im Arbeitsgebiet.....	21
2.4.1 Überblick über die tektonische Entwicklung des Raumes.....	11
2.4.2 Geologischer Bau der randlichen Schwellenregionen.....	25
2.4.3 Sedimentfolge in den zentralen Beckenbereichen.....	26
2.5 Die hydrologischen Verhältnisse im Arbeitsgebiet.....	28
2.6 Die geomorphologischen Einheiten des Arbeitsgebietes.....	31
2.6.1 Flächen.....	32
2.6.2 Stufen und Hänge.....	32
2.6.3 Stufenfußdepressionen.....	34
2.6.4 Fluviale Formen.....	34
2.6.5 Äolische Formen.....	35
2.6.6 Formen des "Silikatkarstes".....	35
2.7 Grundzüge der paläoklimatischen Entwicklung.....	36
<b>3 Stand der Forschung zu Karst in silikatischen Gesteinen und Begriffsklärung</b> .....	40
3.1 Überblick über die Geschichte der Karstforschung.....	40
3.2 Definitionen der Begriffe "Karst" und "Pseudokarst".....	42
3.3 "Piping".....	44
3.4 Stand der Silikatkarst-Forschung im Arbeitsgebiet.....	45
<b>4 Methodik</b> .....	47
4.1 Geländeaufnahmen.....	47
4.2 Laboranalytische Bearbeitung der festen Gesteinsproben.....	49

4.2.1	Untersuchungen an Dünnschliffen.....	49
4.2.1.1	Präparation des Materials.....	49
4.2.1.2	Analyse der Dünnschliffe.....	49
4.2.2	Mikromorphologische Untersuchungen an Quarzkörnern.....	51
4.2.2.1	Materialgewinnung.....	51
4.2.2.2	Präparation des Materials.....	52
4.2.2.3	Analyse der Einzelkornpräparate.....	52
4.2.3	Analyse von Pulverpräparaten.....	52
4.3	Laboranalytische Bearbeitung der nicht verfestigten Verfüllungsmaterialien.....	53
4.3.1	Farbbestimmung.....	53
4.3.2	Bestimmung der Korngrößenverteilung.....	53
4.3.3	Bestimmung des pH-Wertes.....	54
4.3.4	Bestimmung des CaCO <sub>3</sub> -Gehaltes.....	54
4.3.5	Mikromorphologische Untersuchung der Kornoberflächen.....	54
4.3.6	Präparation des Materials zur Tonmineral-Analyse.....	54
4.3.6.1	Karbonatzerstörung.....	55
4.3.6.2	Humuszerstörung.....	55
4.3.6.3	Eisenentfernung.....	55
4.3.6.4	Belegen der Tone mit Ca und K.....	55
4.3.7	Analyse der Tonminerale.....	56

## 5 Geomorphologische Darstellung der untersuchten Teilregionen unter besonderer Berücksichtigung des Karstformenschatzes..... 57

5.1	Das südwestliche Vorland des Djado-Plateaus.....	58
5.1.1	Karstvorkommen im südwestlichen Vorland des Djado-Plateaus.....	62
5.2	Das Gebiet von Col de Sara.....	72
5.2.1	Karstvorkommen im Gebiet von Col de Sara.....	73
5.3	Die Stufe von Bilma ("Falaise de Bilma") und das Kaouar.....	75
5.3.1	Karstvorkommen im nördlichen Abschnitt der Stufe von Bilma (Emi Bao).....	81
5.3.2	Karstvorkommen im südlichen Abschnitt der Stufe von Bilma.....	82
5.4	Das Massif de Termit.....	90
5.4.1	Karstvorkommen im nördlichen Massif de Termit.....	98
5.4.2	Karstvorkommen im zentralen Massif de Termit.....	102
5.4.3	Karstvorkommen im südlichen Massif de Termit.....	108
5.5	Das Massif de Koutous.....	111
5.5.1	Karstvorkommen im östlichen Massif de Koutous.....	115
5.5.2	Karstvorkommen im zentralen Massif de Koutous.....	116

5.5.3	Karstvorkommen im nördlichen Massif de Koutous.....	117
5.6	Die Stufe von Tiguidit ("Falaise de Tiguidit").....	119
5.6.1	Karstvorkommen an der Stufe von Tiguidit.....	123
5.7	Kristallgebiete.....	124
5.7.1	Adrar Bous/Karstvorkommen im Adrar Bous und im Air.....	124
5.7.2	Damagaram und Mounio/Karstvorkommen im Damagaram.....	126
5.8	Diskussion der geomorphologischen Befunde.....	128

## 6 Laboranalytische Untersuchungen..... 133

6.1	Übersicht über das geochemische Verhalten von Kieselsäure sowie von Eisen- und Aluminiumverbindungen .....	133
6.1.1	Das geochemische Verhalten der Si-Oxide und -Hydroxide.....	135
6.1.1.1	SiO <sub>2</sub> (Quarz).....	135
6.1.1.2	H <sub>4</sub> SiO <sub>4</sub> (amorphe Kieselsäure, Opal).....	136
6.1.2	Das geochemische Verhalten von Eisenverbindungen.....	138
6.1.3	Das geochemische Verhalten von Aluminiumverbindungen.....	139
6.1.4	Der Einfluß sonstiger Stoffe auf das Lösungsverhalten von Kieselsäure.....	140
6.1.5	Der Einfluß organischer Stoffe auf das Lösungsverhalten von Kieselsäure.....	142
6.2	Übersicht über die mikromorphologischen Untersuchungen an Quarzkörnern.....	144
6.3	Einzeldarstellungen der Laborbefunde.....	147
6.3.1	Proben aus dem südwestlichen Vorland des Djado-Plateaus.....	148
6.3.2	Proben aus dem Gebiet von Col de Sara.....	151
6.3.3	Proben von der Stufe von Bilma.....	152
6.3.4	Proben aus dem Massif de Termit.....	156
6.3.5	Proben aus dem Massif de Koutous.....	161
6.3.6	Proben von der Stufe von Tiguidit.....	173
6.3.7	Proben aus dem Kristallin des Air und des Damagaram.....	175
6.4	Diskussion der Laborergebnisse.....	177
6.4.1	Lösungs- und Ausfällungsformen auf den Quarzkornoberflächen	177
6.4.2	Möglichkeiten der Unterscheidung verschiedener Bearbeitungsphasen.....	179
6.4.2.1	Mehrphasige Entwicklung in kieselig gebundenem Material.....	180
6.4.2.2	Mehrphasige Entwicklung in nicht kieselig gebundenem Material.....	183
6.4.3	Möglichkeiten der regionalen Differenzierung.....	187

6.4.4	Krusten.....	189
6.4.5	Laboranalytische Befunde zur Beteiligung von Mikroorganismen an der Gesteinslösung.....	190
6.4.5.1	Phosphoranreicherungen.....	191
6.4.5.2	Verkieselte Mikroorganismen.....	192
6.4.6	Zusammenfassung der Laborergebnisse.....	193
<b>7</b>	<b>Verfüllungen der Karstformen.....</b>	<b>194</b>
7.1	Charakterisierung der Verfüllungen.....	194
7.1.1	Brekzienartige Verfüllung.....	195
7.1.2	Nicht verfestigte Verfüllungen.....	196
7.2	Ergebnisse der Untersuchung von Verfüllungen.....	204
<b>8</b>	<b>Auswertung der morphologischen und laboranalytischen Untersuchungsergebnisse.....</b>	<b>207</b>
8.1	Beweisführung für die Entstehung der untersuchten "Karst"formen durch Lösung.....	207
8.2	Einordnung der Karsterscheinungen in den geomorphologisch- landschaftsgeschichtlichen Zusammenhang.....	210
8.2.1	Relative zeitliche Einordnung des Verkarstungsgeschehens.....	210
8.2.2	Die Stellung des Karstes in der Landschaftsentwicklung.....	215
8.2.2.1	Prägung der Dachflächen durch Karst.....	216
8.2.2.2	Prägung der Stufen und Täler durch Karst.....	217
8.2.2.3	Prägung der Hänge durch Karst.....	218
8.2.2.4	Prägung der Stufenvorländer durch Karst.....	219
8.2.3	Möglichkeiten der paläoklimatischen Interpretation.....	221
<b>9</b>	<b>Zusammenfassung der Ergebnisse.....</b>	<b>222</b>
	Literaturverzeichnis.....	225
	Anhang.....	245