

Die Klimaänderung (in) der Wachau : die Klimaänderung der Wachauer Winzer.

Ein empirischer Beitrag zum Verhältnis "objektiver" Realität und konstruierter/benutzter "Realität" bei ökonomischen Entscheidungen zur Anpassung in klimasensitiven Systemen.

Dissertation zur Erlangung des akademischen Grades

eines Doktors

der Sozial- und Wirtschaftswissenschaften an der Wirtschaftsuniversität Wien

Alexander Wimmer

Wien, im Februar 2009

Inhaltsverzeichnis

1. EINLEITUNG	14
1.1 Forschungskonzept	15
1.1.1 Problemstellung	15
1.1.2 Forschungsziel	16
1.1.3 Forschungsfragen	18
1.1.4 Forschungshaltung	19
1.2 Methoden	21
1.2.1 Analyse vergangenes Klima und zukünftiges Klima in der Wachau	21
1.2.2 Einfluss des Klimas auf den Weinbau	21
1.2.3 Untersuchung der subjektiven Bewertung (= Einstellungen) der Klimaänderung	22
1.2.4 Individuelle Strategien im Umgang mit Veränderung	22
1.3 Auswahl der Interviewteilnehmer – Sampling	22
1.3.1 Fallkonstruktion im Sample, Fallgruppen- und Fallauswahl	24
1.3.2 Auswahl der Betriebe für die Durchführung der Interviews	25
1.4 Qualitätssicherung und Vermeidung von Bias	27
1.4.1 Qualitätssicherung	27
1.4.2 Vermeidung von Bias	28
1.5 Reichweite der Forschung	28
1.6 Vorwissen	30
1.7 Aufbau der Arbeit	31
2. UNTERSUCHUNGSREGION: WEINBAUGEBIET WACHAU	34
2.1 Österreichs bekanntestes Weinanbaugebiet: Die Wachau	34
2.2 Das Klima der Wachau	37
2.3 Bodenverhältnisse in der Wachau	40
2.4 Rebsorten in der Wachau	40
2.5 Weinkategorien der Wachau	41
2.6 Vinea Wachau – die Qualitätsvereinigung	42
2.7 Betriebsstrukturen in der Wachau	44
2.7.1 Arbeitskräfteeinsatz	47
2.7.2 Ertrag	48
3. KLIMAFOLGENFORSCHUNG	49
3.1 Anpassung an die Klimaänderung	51
3.1.1 Aspekte der Anpassung an die Klimaänderung	52

3.2 Impact Assessment und Vulnerabilität	55
3.2.1 Impact Assessment	55
3.2.1.1 Zusammenfassung – Impact Assessment	59
3.2.2 Vulnerabilität	60
3.2.2.1 Konzept der Vulnerabilität	60
3.2.2.1.1 Vulnerabilität als Risk-of-Exposure	61
3.2.2.1.2 Vulnerabilität als Social-Constructed-Phenomenon	62
3.2.2.1.3 Synthetische Ansätze	64
3.3 Methodische Konsequenzen	67
4. WETTER – KLIMA – KLIMAÄNDERUNG	69
4.1 Temperaturschwankungen im 20. Jahrhundert	72
4.2 Das Klimasystem der Erde	77
4.3 Klimaantrieb	79
4.3.1 Astronomischer Klimaantrieb	80
4.3.2 Tektonischer Klimaantrieb	82
4.3.3 Anthropogener Klimaantrieb	82
4.3.3.1 Treibhauseffekt	83
4.3.3.2 Landnutzungsänderungen	87
4.4 Wechselwirkungen im Klimasystem	88
4.5 Klimamodelle	91
4.6 Unsicherheiten in Klimamodellen	95
4.7 Direkte Beobachtungen neuester Klimaänderungen	100
4.8 Klimaänderung in Österreich	104
5. KLIMA UND WEINBAU	106
5.1 Weinbau	109
5.1.1 Natürliche Faktoren des Anbaugebietes	109
5.1.1.1 (Makro-)Klima und die individuellen klimatische Ausprägungen	109
5.1.1.2 „Licht Qualität“	112
5.1.1.3 Lage/Topographie (Mesoklima)	112
5.1.1.4 Weinbautechnik	113
5.1.1.5 Boden	113
5.2 Phänologie	113
5.2.1 Physiologische Entwicklungszeit	115
5.3 Modelle zur Bestimmung der Wärmesumme	116
5.3.1 Modell zur Bestimmung der Wärmesumme nach Gladstone	116
5.3.1.1 Zentrale Annahmen und Voraussetzungen im Modell von Gladstone	117
5.3.1.2 Zentrale Komponenten im Modell von Gladstone	117
5.3.1.3 Standardklimadaten als Grundlage für die Bewertung der Weinbaugebiete	119
5.3.1.4 Wärmesummen-Index nach Gladstone – Berechnung	120
5.3.1.5 Gruppierung der Rebsorten nach benötigten Growing-Degree-Days	121
5.3.2 Modell zur Bestimmung der Wärmesumme nach Huglin	122

5.3.2.1 Huglin Indizes für wichtige Rebsorten	122
5.4 Berechnung der Wärmesumme - Modellanwendung auf die Weinbauregion Wachau	123
5.4.1 Wärmesumme nach Gladstone – Erläuterung der Berechnung	123
5.4.2 Interpretation der Daten	125
5.4.2.1 Station Krems – Interpretation der Daten	125
5.4.2.2 Station Joching – Interpretation der Daten	126
5.4.2.3 Der westliche Teil der Wachau – Spitz	126
5.4.3 Huglin Index – Berechnung und Interpretation der Werte	127
5.5 Toleranzbereich des Systems	127
5.6 Ausgewählte Studienergebnisse – Klimaänderung und Weinbau	130
5.7 Zusammenfassung - Auswirkungen der Klimaänderung auf den Weinbau	136
5.8 Weinbauliche Anpassungsmaßnahmen an die Klimaänderung	137
6. VERGANGENE UND ZUKÜNFTIGE KLIMATISCHE VERHÄLTNISSE IN DER WACHAU	141
6.1 Daten und Methoden zur Analyse des Klimas	141
6.2 Homogenitätsprüfung der Daten der Wetterstation Krems	145
6.2.1 Berechnung der Korrekturfaktoren	149
6.2.2 Tabelle der ermittelten Korrekturfaktoren	153
6.3 Analyse der Wetterdaten – „Vergangenes Klima“	154
6.3.1 Temperatúrauswertungen	154
6.3.1.1 Ganzjahrestemperatur	154
6.3.1.2 Temperatur während der Vegetationsperiode (April – Oktober)	155
6.3.1.3 Temperatur im Quartal Q2 (April-Juni)	157
6.3.1.4 Huglin Index und Wärmesummenindex nach Gladstone	158
6.3.2 Phänologie	160
6.3.2.1 Beginn der Reblüte	160
6.3.3 Besondere Tage	161
6.3.4 Niederschlag	162
6.3.5 Zusammenfassung der Ergebnisse	164
6.3.5.1 Einschub – westliche Wachau (Joching, Spitz)	166
6.4 Zukünftiges Klima	167
6.4.1 Projekt reclip:more	167
6.4.1.1 Zuverlässigkeit der Modellergebnisse (Unsicherheit)	169
6.4.1.2 Ergebnisse des reclip:more Projektes	170
6.4.2 Klimaszenario für die Wachau	172
6.4.3 Toleranzbereich des Systems – Analogie auf die zukünftigen Verhältnisse	176
6.4.4 Zusammenfassung der Ergebnisse	178
7. EINSTELLUNGEN ZUR UMWELT UND ANPASSUNGSMABNAHMEN	181
7.1 Einstellungen	183
7.1.1 Erwerb von Einstellungen	183
7.2 Einstellungen und Verhalten/Handeln	185

7.2.1 Exkurs – Verhalten und Handeln	186
7.2.2 Einstellungen gegenüber Objekten und spezifischen Verhaltensweisen	187
7.2.3 Einstellungen gegenüber einem Verhalten „Theory of planned Behavior“	188
7.2.3 Methodische Konsequenzen	190
8. ANPASSUNG AN VERÄNDERUNG	192
8.1 Einflussfaktoren auf landwirtschaftliche Entscheidungen	193
8.1.1 Externe Einflussfaktoren der Produktionsentscheidung	195
8.1.1.1 Gemeinsame Agrarpolitik (GAP) der Europäischen Union	195
8.1.1.2 Kapitalisierung und Technologisierung der Landwirtschaft	199
8.1.2 Interne Einflussfaktoren der Produktionsentscheidung	202
8.1.2.1 Motive und Ziele von Landwirten als Einflussfaktoren auf Entscheidungen	206
8.1.2.2 Rolle der Familie als Einflussfaktor auf Entscheidungen von Landwirten	207
8.1.3 Landwirtschaft als Ausdruck der Natur-Gesellschaft-Beziehung	210
8.2 Methodische Konsequenzen	213
8.2.1 Theoriegeleitete Differenzierung der Fragestellung und Entwicklung des Interviewleitfadens	213
8.3 Umgang mit Veränderung – Change Management	219
8.3.1 Organisationaler Umgang mit Widersprüchen	219
8.3.2 Widerstand gegen Wandel	221
9. ERFASSUNG UND AUSWERTUNG DER EINFLUSSFAKTOREN AUF DAS ANPASSUNGSVERHALTEN DER WINZER	224
9.1 Erfassung der Einflussfaktoren – Qualitative Inhaltsanalyse	224
9.1.1 Technik der qualitativen Inhaltsanalyse	224
9.1.2 Festlegung des Materials	224
9.1.3 Analyse der Erhebungssituation	225
9.1.4 Formale Charakteristik des Materials	225
9.1.5 Richtung der Analyse	226
9.1.6 Theoriegeleitete Differenzierung der Fragestellung	226
9.1.7 Hauptfragestellungen an das Analysematerial	227
9.1.8 Ablaufmodell der Analyse	227
9.2 Auswertung der Einflussfaktoren auf das Anpassungsverhalten	230
9.2.1 Betriebliche Einflüsse	230
9.2.1.1 Gute und schlechte Jahre	230
9.2.1.2 Gesellschaftliche Entwicklungen	232
9.2.1.3 Staatliche Regelungen und Gesetze	232
9.2.1.4 Wirtschaftliche Entwicklungen	233
9.2.1.5 Technologische Entwicklungen	234
9.2.1.6 Umwelteinflüsse	234
9.2.1.7 Zukünftige Chancen und Risiken	236
9.2.1.8 Zusammenfassung – Betriebliche Einflüsse	237
9.2.2 Klimaänderung – Wahrnehmung und Einstellungen	238
9.2.2.1 Wahrnehmung der Klimaänderung	238
9.2.2.2 Einfluss der Klimaänderung auf die Region/Betrieb	239
9.2.2.3 Wahrnehmung verschiedener Ausprägungen des Klimas	240
9.2.2.4 Wahrnehmung und Einstellungen gegenüber konkreten Ausprägungen der Klimaänderung in der Vergangenheit	241
9.2.2.5 Einstellungen gegenüber möglichen zukünftigen klimatischen Verhältnissen	242
9.2.2.6 Zuordnung der Aussagen zu den drei Einstellungskomponenten	242

9.2.2.7 Anpassungsmaßnahmen	244
9.2.2.8 Zusammenfassung – Wahrnehmung und Einstellungen	246
9.2.3 Einstellungen gegenüber potentiellen Anpassungsmaßnahmen an die Klimaänderung	248
9.2.3.1 Zusammenfassung – Einstellungen gegenüber Anpassungsmaßnahmen	253
9.2.3.2 Subjektive Verhaltenskontrolle	253
9.2.3.3 Subjektive Normen	255
10. DAS „CHANGE MANAGEMENT“ DER WINZER	257
10.1 Umgang mit Veränderung durch die Winzer	259
10.2 Widerstand gegen Veränderung durch die Winzer	260
10.2.1 Einstellungen gegenüber Veränderungen - Änderungsbereitschaft	261
10.2.2 Einstellung gegenüber Veränderungen - Änderungsfähigkeit	265
11. HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN	269
ANHANG A – STRUKTURIERUNGSDIMENSIONEN INTERVIEW	272
LITERATURVERZEICHNIS	274

1.1.3 Forschungsfragen

Ausgehend von der Tatsache, dass die Klimaänderung auch in Österreich stattfindet, möchte ich mit meiner Dissertation anhand der Weinbauregion Wachau folgende Gruppen von Themenstellungen behandeln:

1. Klimafolgenforschung
 - a. Wie vulnerabel (verwundbar) ist das „System“ Weinbau gegenüber Veränderungen des Klimas?
 - b. Wie können Toleranzgrenzen des „Systems“ Weinbau, ab der die möglichen Folgen der Klimaänderung eine Gefahr für das System darstellen, definiert werden?
2. Klimaforschung:
 - a. Hat die Klimaänderung in der Wachau bereits stattgefunden?
 - b. Welche klimatischen Verhältnisse sind in der Wachau in den nächsten Jahrzehnten zu erwarten?
3. Weinbauökonomie
 - a. Welche Auswirkungen hat die Klimaänderung auf den Weinbau?
 - b. Welche (weinbau-)technischen Anpassungsmaßnahmen sind geeignet, um die Folgen der Klimaänderung zu mindern bzw. auszunützen?
4. Wahrnehmungs- und Handlungstheorie
 - a. Wie wird die Klimaänderung von den Winzern wahrgenommen und bewertet?
 - b. Welche Anpassungsmaßnahmen planen die Winzer, bzw. können sie sich vorstellen umzusetzen?
5. Change Mangement
 - a. Wie erfolgt der organisationale und individuelle Umgang mit Widersprüchen die sich aus den Änderungen der Umwelt ergeben?

unvermeidlich strukturiert und somit als Grundlage jeder Forschung anzusehen ist (vgl. Meinefeld 2007: 271). Zur Strukturierung des Forschungsfeldes und Ausdifferenzierung der eigenen Fragestellungen war eine „Vorsensibilisierung“ für das Neue notwendig, um ein Gerüst der in die Untersuchung einzubeziehenden Dimensionen festlegen zu können. Die Offenheit für das Neue hängt nicht davon ab, dass wir uns auf der inhaltlichen Ebene das Alte und Bekannte nicht bewusst machen, sondern in welcher Art und Weise wir die Suche nach dem Neuen methodisch gestalten (ebd. 272). Die Festlegung der Untersuchungsdimensionen – die speziell für die Ausgestaltung des Fragebogens wichtig waren – bedeutet somit nicht, dass auch die konkreten inhaltlichen Ausprägungen bereits a priori vorgegeben sind. Es können somit immer noch neue, inhaltlich überraschende Ergebnisse auf diesem Weg gewonnen werden.

Die Aufarbeitung dient somit nicht der theoretischen Vorbereitung für die Formulierung der Hypothesen, sondern der Konstituierung und Erweiterung der eigenen Deutungsschemata.

1.7 Aufbau der Arbeit

Die Arbeit besteht aus zwei Teilen. Der erste Teil befasst sich mit den „objektiv“ faktischen Elementen der Klimaänderung mit dem Ziel das Ausmaß und die Ausprägungen der Klimaänderung in der Wachau zu präsentieren. Der zweite Teil beschäftigt sich mit der subjektiven bzw. sozial „konstruierten“ Wahrnehmung und Bewertung der Klimaänderung durch die Winzer in der Wachau und wie sie planen, auf die sich verändernde Umwelt zu reagieren.

Kapitel 2 stellt zur „Orientierung“ die Untersuchungsregion, das Weinbaugebiet Wachau, vor.

Die „objektiv“ faktische Realität der Klimaänderung

Kapitel 3 erläutert die Unterschiede zwischen Verminderung der Klimaänderung und Anpassung an die Klimaänderung und beleuchtet die Aspekte, die bei der Planung und Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen an die Klimaänderung berücksichtigt werden müssen. Im Speziellen wird auf die Konzepte des (Climate-)Impact Assessment und der Vulnerabilität (= Verwundbarkeit).

Kapitel 4 gibt einen Überblick über die das Klimasystem der Erde und die Einflussfaktoren auf den Klimaantrieb, sowie die mit der Klimaforschung verbundenen Unsicherheiten. Abschließend werden die aktuellen Beobachtungen der neuesten Klimaänderungen global, wie auch in Österreich dargestellt.

Kapitel 5 stellt die Beziehung zwischen Klima und Weinbau her und zeigt anhand der verwendeten Modelle zur Berechnung von Wärmesummen wie die Auswirkungen (Impacts) der Klimaänderung auf das landwirtschaftliche System operationalisiert werden können. Eine Aufstellung der möglichen (weinbaulichen) Anpassungsmaßnahmen an die Folgen der Klimaänderung schließt das Kapitel ab.

Kapitel 6 zeigt anhand der Analyse der vergangenen Wetterdaten inwieweit – in den vergangenen 36 Jahren - die Klimaänderung in der Wachau bereits stattgefunden hat. Eine mögliche klimatische Zukunft wird anhand eines Szenarios dargestellt.

Die die sozial konstruierte „Realität“ der Klimaänderung

Kapitel 7 erläutert wie über Konzepte der Einstellungsforschung die Bewertung der Folgen der Klimaänderung durch die Winzer und deren Intention, spezifische Anpassungsmaßnahmen umzusetzen, für die nachfolgende Feldstudie strukturiert und erhoben werden können.

Kapitel 8 stellt dar, wie das Forschungsfeld landwirtschaftlicher Entscheidungen methodisch aufbereitet und abgegrenzt werden kann, sodass klar ersichtlich ist, welche

3. Klimafolgenforschung

Es gibt zwei Möglichkeiten den mit der Klimaänderung verbundenen Risiken zu begegnen: „Mitigation“ (Verringerung der Emissionen) oder „Adaptation“ (Anpassung an die Folgen der Klimaänderung). Bisher wurde die Debatte über Klimaänderung auf die Verminderung von Emissionen fokussiert, während der Aspekt der Anpassung kaum thematisiert wurde. Es ist wahrscheinlich, dass Gesellschaft und Wirtschaft sich an die Folgen der Klimaänderung anpassen werden müssen.

Die Anfänge der Klimafolgenforschung waren dadurch gekennzeichnet, dass hauptsächlich Szenario¹⁹ basierende Untersuchungen erhöhter Treibhausgasemissionen und deren Konsequenzen auf die natürliche Umwelt stattgefunden haben. In weiterer Folge wurde dann nach Möglichkeiten gesucht, wie diese negativen Auswirkungen durch Maßnahmen zur Verminderung (Mitigation) der Treibhausgase reduziert bzw. gestoppt werden können.

Obwohl Adaption bereits als Möglichkeit der Anpassung an die Auswirkungen der Klimaänderung im Artikel 4 „Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen“ verankert ist, wurde dieser Aspekt als zusätzliche Strategie im Hinblick auf die Klimaänderung in den Anfängen der Klimafolgenforschung nur wenig berücksichtigt (Smit und Pilifosova. 2003).

Artikel 4 „Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen“:

(1) Alle Vertragsparteien werden unter Berücksichtigung ihrer gemeinsamen, aber unterschiedlichen Verantwortlichkeiten und ihrer speziellen nationalen und regionalen Entwicklungsprioritäten, Ziele und Gegebenheiten

[...]

¹⁹ **Klimaszenario:** Eine plausible und oft vereinfachte Beschreibung des zukünftigen Klimas, die auf einer in sich konsistenten Zusammenstellung von klimatologischen Beziehungen beruht und die zum expliziten Zweck konstruiert wurde, die möglichen Folgen einer anthropogenen Klimaänderung zu erforschen. Ein Klimaänderungsszenario ist der Unterschied zwischen einem Klimaszenario und dem gegenwärtigen Klima. (IPCC 2007b: 872, übersetzt durch den Verfasser)

Verwundbarkeit – Ansatz von Smit und Pilifosova

Smit und Pilifosova (2003) betrachten Verwundbarkeit als eine Funktion von Exponiertheit (Exponiertheit) und Adaptive Capacity (Anpassungskapazität). Formal kann dies folgendermaßen ausgedrückt werden:

$$V = f(E, AC)$$

V = Verwundbarkeit des Systems gegenüber einem externen Stimulus zu einem bestimmten Zeitpunkt

E = Exponiertheit des Systems gegenüber einem externen Stimulus zu einem bestimmten Zeitpunkt

AC = Anpassungskapazität des Systems, um die Auswirkungen eines externen Stimulus/Reiz auszugleichen bzw. zu verarbeiten

Der funktionale Zusammenhang wird in der Formel nicht angegeben – dieser ist abhängig vom Kontext, Standort, Sektor, Gemeinschaft etc. – sondern wird verstanden als positive Funktion von E (je höher die Exponiertheit gegenüber der Gefahr, desto höher die Verwundbarkeit) und negative Funktion von A (je größer die Anpassungskapazität ist, desto geringer die Verwundbarkeit).

Exponiertheit ist abhängig von der Charakteristik des Systems und der Ausprägung des Ereignisses (welche Gefahr, mit welcher Häufigkeit und Ausprägung). Es ist eine relative Eigenschaft des Systems gegenüber dem Ereignis. Florida und Bangladesch haben einen ähnlichen Grad der Exponiertheit gegenüber einem Anstieg der Weltmeere aufgrund der Tatsache, dass beide sehr nahe am Meer liegen, während die Niederlande und die Schweiz einen unterschiedlichen Grad der Exponiertheit gegenüber einem Anstieg der Meere aufweisen. Unterschiede in der Exponiertheit zwischen Florida und Bangladesch ergeben sich aber auch aus der Beschaffenheit der Ansiedlungen und innerhalb der Ansiedlungen gibt es wahrscheinlich auch noch unterschiedliche Ausprägungen von Exponiertheit innerhalb verschiedener sozialer Gruppen, sie beinhaltet somit auch implizit die Sensitivität des Systems.

Anpassungskapazität ist das (beschränkte) Potenzial eines Systems negative, Effekte einer Gefahrenwirkung auszugleichen oder zu verarbeiten. Die Anpassungskapazität

4. Wetter – Klima – Klimaänderung

Das Wetter ist zeitlich und räumlich am meisten eingegrenzt. Was wir unmittelbar in der Luft um uns herum wahrnehmen, ist das Wetter – der momentane Zustand der Atmosphäre an einem Ort. Die Temperatur, Regen, Wind, die Wolken die wir am Himmel sehen, der Luftdruck sind wichtige Kenngrößen des Wetters, die gemessen oder beobachtet werden können und sich in Zahlen ausdrücken lassen (Kuhn 1990: 17).

Einzelne Wetterereignisse für sich genommen dürfen nicht als Signale einer Klimaänderung bewertet werden. Klima ist die Statistik des Wetters (systemanalytisch betrachtet, die Statistik der Zustandsänderungen des Klimasystems) und unter dem Begriff Klima wird im Allgemeinen der langjährige – meist 30-jährige – Mittelwert des Wetters sowie die Variabilität des Wetters über einen längeren Zeitraum verstanden (vgl. Claussen 2003).

Das Klima hat in der Entwicklung der Klimaforschung verschiedene Definitionen erfahren. Diese lassen sich drei Grundtypen zuordnen (vgl. Flemming et al. 1991):

1. Gleichsetzung von Klima mit dem atmosphärischen Zustand:
 - *„Unter Klima verstehen wir den mittleren Zustand der Atmosphäre über einem bestimmten Erdort, bezogen auf eine bestimmte Zeitepoche, mit Rücksicht auf die mittleren und extremen Veränderungen, denen die zeitlich und örtlich definierten atmosphärischen Zustände unterworfen sind.“* (Conrad 1936 zit. in Flemming et al. 1991: 37)
2. Klima als der statistisch beschreibbare raum-zeitliche Zustand der Atmosphäre im Sinne einer „Meteorographie“:
 - *„Klima ist die örtliche charakteristische Häufigkeitsverteilung atmosphärischer Zustände und Vorgänge während eines hinreichend langen Bezugszeitraumes, der so zu wählen ist, dass die Häufigkeitsverteilung der atmosphärischen Zustände und Vorgänge den typischen Verhält-*

Ein Klimamodell ist eine mehr oder weniger gute Beschreibung des Klimasystems, dessen Ergebnisse als Prognose des zukünftigen Klimas verstanden werden dürfen, die auf bestimmten Voraussetzungen z.B. hinsichtlich Treibhausgasemissionen fußt, und die nicht alle Einflussgrößen berücksichtigt (künftige Vulkanausbrüche und deren Auswirkungen auf das Klima sind z.B. nicht enthalten.) Bei der Interpretation der Ergebnisse müssen verschiedene Arten von **Unsicherheit** berücksichtigt werden.

Mitchell und Hulme (1999: 73) heben hervor, dass zwischen der „Unvorhersagbarkeit“ (als eine Charakteristik des Systems) und „Unsicherheit“ (als Konsequenz der Unvorhersagbarkeit) unterschieden werden muss.

Typen von Unsicherheit

- Inhärente und natürliche Variabilität: die inhärente Unsicherheit (aleatorische Unsicherheit³⁵), ist die Unsicherheit resultierend aus der Tatsache, dass es in unserer Umwelt zufällige Prozesse gibt. Das Klimasystem ist ein chaotisches System, dessen Zustände in den verschiedenen Evolutionsstufen nur in Form von Häufigkeitsverteilungen angegeben werden können (Mitchel und Hulme 1999: 63). Es mag zwar möglich sein das Ausmaß und die Wahrscheinlichkeit des Eintretens – z.B. in den nächsten 20 Jahren – eines gewissen Ereignisses (Hochwasser) anzugeben, jedoch nicht den Zeitpunkt, d.h. es ist nicht möglich vorherzusagen, ob das Ereignis in 2012 oder 2023 eintritt. Eine zweite Quelle inhärenter Unsicherheit ist die Unvorhersagbarkeit des „Globalen Systems“, welche alle zukünftigen externen Antriebskräfte, die auf das Klimasystem einwirken, umfasst. Diese externen Antriebskräfte können anthropogen oder natürlich verursacht sein. Solche Antriebskräfte sind z.B. die zukünftigen Emissionen von Treibhausgasen, solare Schwankungen und Vulkantätigkeit. Methodisch ergeben sich daraus für Klimasimulationen folgende Konsequenzen: 1.) die Verwendung von unterschiedlichen Szenarien für die externen An-

³⁵ Aleatorische Unsicherheit: Unsicherheiten infolge natürlicher Variabilität (Zufall). Ein anderer pragmatischer Standpunkt ist, diesen Unsicherheitstyp als jede Unsicherheit, welche nicht durch Sammeln von zusätzlicher Information reduziert werden kann, zu definieren (Köhler 2008).

5.1 Weinbau

Es herrscht in der Weinwelt Einigkeit darüber, dass die Qualität des Traubenmaterials entscheidend für die Weinqualität ist. Um es in den Worten des Australischen Weinproduzenten Brian Croser (Petaluma Weingut in Süd Australien; "Man of the Year 2003" des Decanter Magazines) auszudrücken:

"Grape Quality is the most significant factor affecting the quality of table wine. The winemaking process is to a large extent an exercise in quality control which is aimed at achieving the highest possible grape quality and then protecting those qualities to the bottle."

Priewe (1998: 30) schreibt:

„Der Weinberg ist die Keimzelle der Qualität. Nachdem es in den 70er und 80er Jahren dieses Jahrhunderts vielen Weingutbesitzern gefiel, in schicke Keller und moderne Kellertechnologie zu investieren, besinnen sie sich inzwischen wieder verstärkt auf die Wurzeln der Qualität: die Bearbeitung des Weinbergs.“

5.1.1 Natürliche Faktoren des Anbaugbietes

Dieser Abschnitt soll einen generellen Überblick über die wichtigsten Faktoren für den Weinbau geben; es ist nicht Ziel, die einzelnen Faktoren im Detail abzuhandeln. Für eine vertiefende Darstellung der Themen Weinbau, Weinherstellung und die „Weine der Welt“ sei auf die Bücher von Johnson (1997), Johnson und Robinson (2002), Clarke (1995, 2001), Dominè (2000) und Priewe (1998) verwiesen.

5.1.1.1 (Makro-)Klima und die individuellen klimatische Ausprägungen

Das Klima und Wetter einer Region hat einen wesentlichen Einfluss darauf, welche Rebsorten angebaut und welche Weinstile produziert werden können sowie auf die Jahrgangsqualität des Weines (vgl. auch Jones et al. 2005). Es gibt eine Vielzahl von

5.2.1 Physiologische Entwicklungszeit

Die physiologische Entwicklungszeit ergibt sich aus der Wärmesumme, die eine Pflanze benötigt, um ihre Entwicklung abzuschließen. Die Wärmesumme wird als Summe der „Growing Degree Days“ GDD (Wärmegradtagen) angegeben. Folgende Parameter werden verwendet um den Temperatureffekt auf das Wachstum und die Entwicklung abzubilden (vgl. Boulton et al. 1998: 30):

- unterer Temperatur-Schwellenwert: die Entwicklung der Pflanze setzt ein bzw. stoppt, wenn die Temperatur unter den Schwellenwert fällt
- oberer Temperatur-Schwellenwert: die Entwicklungsrate der Pflanze flacht ab

Ein Growing Degree Day (GDD) berechnet sich folgendermaßen:

$$GDD = (t_{\max} + t_{\min}) / 2 - t_{\text{base}}$$

GDD = Growing Degree Days (Wärmegradtage = Wärmegrade pro Tag)

t_{\max} = tägliche Maximumtemperatur

t_{\min} = tägliche Minimumtemperatur

$(t_{\max} + t_{\min}) / 2$ entspricht der Durchschnittstemperatur t

t_{base} = Basistemperatur ab der das Wachstum der Rebe einsetzt

t_{base} ist unterschiedlich für die verschiedenen Pflanzen und wird meist experimentell ermittelt. Für die Rebe wird t_{base} generell mit 10°C angenommen, d.h. ab dieser Temperatur setzt das Wachstum der Rebe ein, während bei niedrigeren Temperaturen das Wachstum eingestellt ist.

Zum Beispiel würde über eine 5-Tages-Periode mit einem Maximum von 30°C und einem Minimum von 15°C jeder Tag zur Wärmesumme $[(30 + 15) \div 2] - 10 = 12,5^\circ$ beitragen und die Wärmesumme $5 \times 12,5 = 62,5$ GDD betragen.

Die Wärmesumme, welche eine Pflanze benötigt, um die Entwicklung abzuschließen, ist immer gleich. D.h., mit dem Klimaparameter Temperatur kann bestimmt werden,

Die Daten der Station Krems müssen somit, übertragen auf Spitz, um 10 Tage in der Wärmesumme (90 Wärmesummengrade) reduziert werden. Spitz käme damit auf eine Wärmesumme von 1.072 (1.162 minus $10 \cdot 9$). Damit ist Spitz ein wirkliches Randklima für Grüner Veltliner und Riesling, und erst durch die Lageneffekte (+100 GDD in den Spitzenlagen) und günstigen Witterungsverlauf können die Defizite in guten Jahren wettgemacht werden.

5.4.3 Huglin Index – Berechnung und Interpretation der Werte

Zum Vergleich der Ergebnisse wurde zusätzlich der Huglin Index berechnet. Grüner Veltliner und Riesling benötigen eine Wärmesumme nach Huglin zw. 1.600 – 1.800. Die Formel zur Berechnung des Huglin Index wurde in Excel abgebildet und zur Beurteilung der weinbaulichen Verhältnisse in der Region Wachau die Klimadaten der Wetterstation Krems und Joching in Excel geladen. Die automatischen Berechnungen liefern folgende Ergebnisse:

HI _Krems	1.750
HI _Joching	1.693

Die Berechnung führt zum gleichen inhaltlichen Ergebnis wie zuvor bei der Wärmesumme nach Gladstone, daher kann auf eine ausführliche Diskussion verzichtet werden. Der östliche Teil der Wachau (Loiben) erfüllt die thermischen Bedingungen für Veltliner und Riesling, Joching und in weiterer Folge auch Spitz) stellen ein Randklima dar. Beide Rebsorten benötigen in Joching und Spitz die besten Lagen sowie gute Jahre, um genügend Wärme zu bekommen.

5.5 Toleranzbereich des Systems

Wie bereits ausgeführt dient das Modell von Gladstone dazu, die Beziehung zwischen Temperatur und physiologischer Entwicklung der Rebe herzustellen, um in weiterer Folge auf die Möglichkeit des Anbaus spezifischer Rebsorten zu schließen. Es wurde gezeigt, dass die vorherrschenden Rebsorten Grüner Veltliner und Riesling

in der Wachau sehr gut an die regionalen klimatischen Verhältnisse angepasst sind. Sie benötigen die besten Lagen, um die für die physiologische Reife notwendigen Wärmesummengrade zu erreichen. Wenn durch die Klimaänderung die Temperaturen steigen (und die Wetterextreme zunehmen), muss auch eine Aussage getroffen werden, welche Toleranzgrenzen das System aufweist, d.h. bis zu welchem Grad das System in der Lage ist, von den Mittelwerten abweichende Bedingungen zu tolerieren (zum Toleranzbereich vgl. auch Kap. 3.2) .

In der „Welt des Weines“ wird die Identität eines Weinbaugebietes maßgeblich durch die Produktqualität und -integrität im Sinne von Konsistenz der angebauten Rebsorten, Weinstil (Aroma, Geschmack, Struktur der Weine) und Wein-Komposition bestimmt⁵⁵ (vgl. Hayes 2007). Durch die Klimaänderung kommt es zu Veränderungen in der Produktqualität und –integrität, was dazu führen wird, dass die Identität, welche über viele Jahrzehnte oder sogar Jahrhunderte geschaffen wurde, nicht mehr mit den zukünftigen Gegebenheiten⁵⁶ übereinstimmt. Ein Wein, der unter warmen bzw. heißen klimatischen Bedingungen entsteht, hat gänzlich andere Charakteristika als ein Wein, der in einem kühlen Randklima produziert wird.

Gladstone hat in seiner Arbeit auch den Zusammenhang zwischen den klimatischen Verhältnissen und den daraus resultierenden Weinstilen untersucht. Er hat seine Untersuchung auf Basis der Anzahl der Sonnenstunden und der Temperatur in einem Weinbaugebiet durchgeführt und kommt zu folgendem Ergebnis: bis zu einer Wärmesumme von 1.450 ist die Temperatur der bestimmende Faktor, welcher Weinstil produziert werden kann. Die Wärmesumme bestimmt, ob eine spezifische Rebsorte überhaupt zur Reife gebracht werden kann, da in den meisten „kühlen Weinbauklimata“ die Minimalanforderungen an die Anzahl der Sonnenstunden⁵⁷ immer erreicht werden. Bis zu einer Wärmesumme von 1.450 sind die potentiellen Weinstile auf „Ta-

⁵⁵ Dies steht oft in Verbindung mit gesetzlich vorgeschriebenen Produktbezeichnungen, Regions- und Produktionsvorschriften (AOC, DOC, DAC, Weingesetze, etc.).

⁵⁶ Z.B. ist der potentielle Alkoholgehalt der Wachauer Weine bereits gestiegen, für die Kategorie Federspiel wurde er bereits um 0,5 Vol.% angehoben. Der potentielle Alkohol in den Weinen des Elsass steigt seit 1972 um 0,8% Vol. pro Dekade (Duchene und Schneider 2004: 98).

⁵⁷ 1.250 h im Zeitraum April – Oktober (vgl. Becker 1977)

dells wird der „F-Test“ durchgeführt, für die Signifikanz der Steigung der Regressionsgeraden der „t-Test“. Alle statistischen Auswertungen sind mit der Daten-Analyse-Funktion des Tabellenkalkulationsprogramms Microsoft Excel durchgeführt worden.

6.2 Homogenitätsprüfung der Daten der Wetterstation Krems

Da das Klimaregime eines Gebietes mehr oder weniger langzeitliche Schwankungen aufweist, gelten die statistischen Auswertungen der Stationsdaten nur für den Zeitraum, für den die Daten vorliegen. Wenn Klimadaten statistisch bearbeitet werden, ist daher deren zeitliche Abfolge zu beachten (vgl. Olberg et al. 1991: 157ff). Die Daten müssen auch auf Homogenität geprüft werden, da kaum Messreihen existieren die unter konstanten oder quasikonstanten Bedingungen gewonnen worden sind. Viele Faktoren spielen hier eine Rolle, wie die Entwicklung der Mess- und Auswerttechnik (z.B. automatische Aufzeichnung vs. Ablesen der Messdaten durch einen Menschen), die Modifikation der Messbedingungen wie Verlegung von Stationen, die Veränderung der Instrumentation oder der Expositionshöhe⁷⁸ von Messgeräten, die Modifikation des Messplatzes durch Urbanisierung, Industrialisierung, etc. Dies hat dazu geführt, dass sich die Datensätze aus Teilreihen unterschiedlicher Qualität zusammensetzen (vgl. Olberg et al. 1991: 159ff).

Tab. 6.2: Standortdaten der Wetterstationen in Krems

Stationsnummer	vorhandene Daten		Geographische			
	von	bis	Länge	Breite	Seehöhe	Ort
5901	01.01.1948	31.12.1992				
5904	01.01.1993	dato (31.12.07)	162123	481460	202m	Wien Hohe Warte
3807	01.01.1948	31.05.1977	153600	482500	223m	Krems
3800	01.06.1977	30.09.1982	153700	482500	200m	Krems-Landersdorf
3801	01.10.1982	31.03.1996	153720	482507	207m	Krems
3805	01.04.1996	dato (31.11.07)	153715	482506	204m	Krems

⁷⁸ Z.B. werden seit 1971 die Niederschläge in zwei Metern Höhe gemessen, gegenüber einer früheren Höhe von fünf Metern. Die Temperaturen werden seit 1971 um 7h, 14h und 19h gemessen, davor um 7h, 14h und 21h.

7. Einstellungen zur Umwelt und Anpassungsmaßnahmen

Die Klimaänderung hat zwei Dimensionen: a) Eine physikalische, objektiv messbare, die vom Stand der naturwissenschaftlichen Erkenntnis abhängt. b) Eine konstruktivistische, die dadurch bestimmt wird, was von der Wissenschaft und Gesellschaft als ökologisches Risiko erkannt und kommuniziert wird.

Diese Differenzierung ist deshalb von Bedeutung, da bei der Untersuchung der Wahrnehmung und Bewertung der Klimaänderung wahrscheinlich von einer hauptsächlich konstruktivistisch determinierten Basis der Befragten auszugehen ist. Wie die Umwelt wahrgenommen und bewertet wird, hängt immer auch von den individuellen und sozialen Bildern und Vorstellungen über Umwelt, sowie über die Zusammenhänge und Wechselwirkungen zwischen Mensch, Gesellschaft, Technik und Umwelt, ab (vgl. auch Karger 1996). Stehr und Storch (1995: 101; vgl. auch 2002) schreiben dazu:

„[...] the public never obtains a perspective of climate as elaborated by the physical experts in an unmediated fashion but only a filtered image of it, namely the social construct of climate. We suggest that the climate and its social construct can be independent entities or events.“

Die physikalische Dimension der Klimaänderung ist für den Winzer nicht im Sinne eines Klimaänderungsindex abrufbar, welcher als Standardgröße wie z.B. Zinssätze, Energiepreise, Wechselkurse etc. zur objektiven Beurteilung der (möglichen) Folgen der Klimaänderung und von Anpassungsmaßnahmen herangezogen werden kann. Er wird seine Beurteilung der Klimaänderung somit nicht auf „hard facts“ begründen, sondern diese wird von den unterschiedlichsten Faktoren beeinflusst sein.

Wenn wir ein „Konstrukt“ wie Klimaänderung und die damit verbundenen Anpassungsmaßnahmen untersuchen wollen, benötigen wir einen theoretischen Zugang, der es uns ermöglicht zu verstehen, wie Menschen von ihrer Umwelt beeinflusst werden und wie sie auf diese Einflüsse reagieren. Für diesen Zweck scheint die Umweltsoziologie mit ihren Teildisziplinen der Forschung über Umwelteinstellungen und

9.2 Auswertung der Einflussfaktoren auf das Anpassungsverhalten

9.2.1 Betriebliche Einflüsse

Klima ist nur einer von vielen Faktoren, die einen Einfluss auf das landwirtschaftliche System haben (vgl. Kap. 8.2). Im ersten Block wurde die Bedeutung der folgenden Größen abgefragt: gesellschaftliche Entwicklungen, staatliche Regelungen und Gesetze, wirtschaftliche Entwicklung, technologische Entwicklung und Umwelteinflüsse. Als Einstiegsfrage wurde gewählt, was denn ein gutes oder schlechtes Jahr ausmacht und zum Abschluss, welche zukünftigen Chancen und Risiken für den Betrieb gesehen werden.

9.2.1.1 Gute und schlechte Jahre

▪ Wetter

Als wichtigster Aspekt wurde von allen Befragten das Wetter genannt. Der Witterungsverlauf über die Vegetationsperiode ist entscheidend dafür, welche Menge und Qualität des „Grundrohstoffes“ für die Weinproduktion, das Traubenmaterial, zur Verfügung steht.

Das Wetter hat für die Weinproduktion folgende Bedeutung:

- Die während der Vegetationsperiode zur Verfügung stehende Wärmesumme¹³⁴ als entscheidender Faktor für den Reifezustand (Zuckerreife und physiologische Reife) und damit die Qualität der Trauben.
- Die Wetterausprägungen zu bestimmten Zeitpunkten, insbesondere Regen zum Zeitpunkt der Ernte, welcher bei vollreifen Trauben zum Platzen der Beeren und zu Botrytis führt.
- Direkter Einfluss auf die Erntemenge, da in problematischen Jahren viel selektiver gearbeitet werden muss. In schlechten Jahren steht eine geringere Men-

¹³⁴ Die Nennungen „kalter Frühling“, „nasser Herbst“, „Temperatur während des Sommers“, etc. wurden vom Autor unter dem Begriff „Wärmesumme“ subsumiert, da interessanterweise der Begriff der Wärmesumme bei den Winzern unbekannt ist.

ge an Traubenmaterial und somit weniger Wein, der verkauft werden kann, zur Verfügung. Dadurch können manche Märkte unzureichend beliefert werden. Ein Winzer hat beklagt, dass die fehlende Menge beinahe zum Verlust eines Marktes geführt hat und somit jahrelange Aufbauarbeit zunichte gemacht worden wäre.

▪ **Familiäre Situation**

Eine stabile familiäre Situation wird in zweierlei Hinsicht als wichtig erachtet:

1. Da die meisten Betriebe als Familienbetrieb geführt werden, bedeutet Krankheit den Verlust von Arbeitskraft. Die Terrassenbewirtschaftung ist teuer und man ist auf die Mitarbeit der Familienmitglieder angewiesen, um den Produktionsfaktor Arbeit kostenmäßig unter Kontrolle halten zu können.
2. Generationenfolge: die Sicherung des Fortbestandes des Weingutes ist im Wesentlichen davon abhängig, ob sich innerhalb der Familie ein Nachfolger findet der bereit ist, die intensive und arbeitsaufwändige Bewirtschaftung der Weingärten (Terrassen) weiterzuführen. Derzeit stellt sich dieses Problem jedoch nicht, was zum überwiegenden Teil mit dem wirtschaftlichen Erfolg der Weinbaubetriebe in Zusammenhang gebracht wird.

▪ **Ergebnisse bei Verkostungen**

Verkostungsergebnisse sind ein wesentlicher Faktor für den wirtschaftlichen Erfolg in der Weinindustrie. Speziell erwähnt wurde hier der Weinjournalismus, der 1980 begonnen hat, und das Buch „Die großen Weine Österreichs“ (Rome 1979). In diesem Buch wurden zum ersten Mal Weinbaubetriebe namentlich herausgestellt und hat so die Kaufentscheidung der Konsumenten beeinflusst hat. Besondere Bedeutung hat das Falstaff Magazin und die jährliche Nominierung zum „Falstaff Winzer des Jahres“, was als höchste Auszeichnung für einen Weinbaubetrieb angesehen wird. Gute Weinbewertungen im Falstaff Magazin sind auch ein Garant für den Absatz an neue Käufer, da Weinliebhaber viel Wert auf die Anzahl der Falstaff-Punkte legen.

10. Das „Change Management“ der Winzer

Die Analyse der Wetterdaten der Station Krems hat ergeben, dass eine Klimaänderung in der Wachau bereits stattgefunden hat. Zahlreiche Klimaparameter zeigen eine steigende Tendenz (z.B. Durchschnittstemperatur, Wärmesumme) bzw. eine unterjährige Verschiebung (Niederschläge). Es ist zu vermehrten Hitzeperioden gekommen und dadurch zu Verbrennungen an den Trauben und Blättern. Die Wetterextreme werden von den Winzern bereits wahrgenommen, und sie haben erste Maßnahmen gesetzt, z.B. in der Laubarbeit und Bodenmanagement. Das Bodenmanagement stellt eine zunehmende Herausforderung dar, da die Entscheidung zwischen offenem und geschlossenem Boden wegen der Starkniederschläge im Herbst immer schwieriger wird. Die „schleichende Gefahr“ aufgrund des Anstiegs der Durchschnittstemperatur und die zunehmende Variabilität des Wetters macht das System zunehmend verwundbar und „schiebt“ es an die Toleranzgrenze. Die Maßnahmen die von den Winzern bereits ergriffen wurden, werden in Zukunft aller Wahrscheinlichkeit nach nicht mehr genügen und die Probleme werden weiter zunehmen.

Die Klimaänderung ist in der Weinbranche als Faktum akzeptiert: Diverse Informationen aus Fachzeitschriften, Vorträgen, Internet sowie TV-Berichterstattung liegen vor und werden von den Winzern nicht angezweifelt. Es herrscht ein diffuser Informationsstand über die tatsächliche Ausprägung der Klimaänderung, was auch damit zusammenhängt, dass regionale Daten über die Veränderung der Klimaparameter nicht vorhanden sind. Die einzige Wetterstation¹⁴⁶, über die langjährige Daten für die Wachau vorhanden sind, ist Krems, aber diese Wetterdaten sind nur repräsentativ für den östlichen Teil der Wachau. Für den mittleren und westlichen Teil der Wachau, Joching und Spitz, liegen keine Daten vor und müssen durch Interpolation ermittelt werden.

Die Klimaänderung ist auch emotional besetzt: Es herrscht ein „Bangen und ein Hoffen“, dass sich die Veränderungen nicht zu stark auswirken werden bzw. sich die Klimaänderung nicht übermäßig fortsetzt. Eine systematische Auseinandersetzung

¹⁴⁶ Die Station in Joching wurde 1996 aufgelassen.