

2.3 Zum Klima des Naturschutzgebietes "Ahrschleife bei Altenahr"

von RAINER FISANG

Abstract

Climatic aspects of the nature reserve "Ahrschleife bei Altenahr".

In this article various climatic aspects of the nature reserve "Ahrschleife bei Altenahr" will be discussed. In respect to the general climate this nature reserve can be related to the area "Ahr-Engtal". This is established by the documentary evidence of the average values measured by the climatic station "Bad Neuenahr-Ahrweiler" and the precipitation station "Altenahr" in the course of many years. Due to winds blowing mainly from west as a result of the lee-side position to the Ardennes and the Westeifel the formation of clouds in the "Ahr-Engtal" is reduced, the precipitation volume is relatively low, the level of sunshine quite high and the natural temperature increased. The relief climate in this nature reserve which is mainly caused by the relief and the altitude level is part of the above mentioned general climate. The strongly varying slope directions and inclinations in small areas and the shielding caused by a natural horizon cause extreme differences in the potential amount of direct insolation per year respectively in the temperature balance of the different sites in this nature reserve. Finally the climatological difference in altitude of the nature reserve "Ahrschleife bei Altenahr" is shown.

Inhalt

2.3.1	Einleitung	120
2.3.2	Makroklima	120
2.3.2.1	Windverhältnisse	120
2.3.2.2	Niederschlag	121
2.3.2.3	Sonnenscheindauer	123
2.3.2.4	Lufttemperatur	124
2.3.3	Geländeklima	125
2.3.3.1	Geländeklimatologische Methodik	125
2.3.3.2	Beschreibung des Geländeklimas	126
2.3.3.2.1	Potentielle direkte Sonneneinstrahlung	126
2.3.3.2.2	Nebelbildung	128
2.3.3.2.3	Windverhältnisse und Durchlüftung	128
2.3.3.2.4	Niederschlagsverteilung	129
2.3.3.2.5	Klimatisch bedingte Höhenstufung	130
2.3.4	Zusammenfassung	130
2.3.5	Literatur	131

2.3.1 Einleitung

Das Untersuchungsgebiet liegt ca. 30 km südwestlich von Bonn in der Ahreifel, die wiederum einen Teil des Rheinischen Schiefergebirges bildet. In der Ahreifel stellt das Naturschutzgebiet (NSG) "Ahrschleife bei Altenahr" eine Art "Referenzstandort" für den gesamten Naturraum "Mittleres Ahr-tal" (FISANG 1988, BÜCHS, W., KÜHLE, J. C., NEUMANN, C. & W. WENDLING 1989) dar. Die vorliegende Gesamtuntersuchung soll als Beispiel einer ehrenamtlichen Naturschutzinitiative zur naturkundlichen Dokumentation überregional bedeutsamer Naturschutzgebiete vorgestellt werden.

In diesem Beitrag zu den klimatischen Verhältnissen im NSG "Ahrschleife bei Altenahr" stehen die Beschreibung und geoökologische Aspekte im Vordergrund. Bei der geoökologischen Betrachtungsweise wird das Ökosystem im Hinblick auf seine abiotischen Grundlagen, seine Struktur und funktionalen Zusammenhänge sowie auf seine räumliche Dimension untersucht (MOSIMANN 1984). Die Aussagen hierzu beruhen auf Karten- und Literaturauswertungen (FISANG 1988).

2.3.2 Makroklima

Vom Makroklima her ist das NSG "Ahrschleife bei Altenahr" dem Naturraum "Ahr-Engtal" (Mittleres Ahr-tal) zuzuordnen. Seiner geographischen Lage entsprechend gehört das Ahr-Engtal zum subatlantisch-ozeanisch beeinflussten Klimaraum des linksrheinischen Schiefergebirges (BJELANOVIC 1968). Bei vorherrschenden Winden aus westlichen Richtungen weist das Ahr-Engtal im Schutz der westlichen Höhenzüge der Ardennen und angrenzenden Höhen der Eifel samt ihrer nördlichen Ausläufer jedoch eine beachtliche klimatische Differenzierung auf. Durch diese Leelage werden alle Klimatelemente günstig beeinflusst. Denn bevor die feuchten Winde, die vom Atlantischen Ozean mit westlichen Luftströmungen herangeführt werden, das Ahr-Engtal erreichen, werden sie an den oben genannten Höhenzügen zum Aufsteigen und damit zum Abregnen gezwungen. Östlich dieser Höhenzüge können diese Wolkenfelder absteigen. Als Folge davon ist unter anderem im Ahr-Engtal die Wolkendecke stärker aufgerissen (geringe Bewölkung/häufige Föhn-lücken). Damit verbunden sind geringe Niederschläge, längere Sonnenscheindauer und eine intensivere Sonneneinstrahlung sowie eine stärkere Erwärmung. Zudem bietet die West-Ost-gerichtete Tallage Schutz vor kalten nördlichen Winden (WENDLING 1966).

Diese besonderen Klimamerkmale des Ahr-Engtales im Klimaraum des linksrheinischen Schiefergebirges lassen sich anhand der langjährigen Mittelwerte der Klimastation "Bad Neuenahr-Ahrweiler" (liegt ca. 5,5 km nordöstlich des Naturschutzgebietes) und der Niederschlagsstation "Altenahr" des Wetteramtes Trier im einzelnen wie folgt kennzeichnen:

2.3.2.1 Windverhältnisse

WENDLING (1966) hat die Häufigkeit der Windrichtungen im Jahresmittel (Tab. 2.3/1 und Abb. 2.3/1) und in ihrer monatlichen Verteilung (Tab. 2.3/1) für die Klimastation Bad Neuenahr-Ahrweiler dargelegt.

Der atlantische Einfluß auf das Klima des Ahr-Engtales macht sich auch in der Häufigkeit bestimmter Windrichtungen bemerkbar. Im jährlichen Mittel bildet der Südwest-Wind die Hauptwindrichtung, dem die Westwinde kaum nachstehen, während sich der Ostwind als dritthäufigste Windrichtung erweist. In den einzelnen Talabschnitten dagegen drehen diese Hauptströmungen oft nach dem örtlichen Talverlauf in eine andere Luftströmung um. Typisch für den mittleren Jahresgang der Windverteilung ist die im Herbst einsetzende, verstärkt südwestliche Strömung und die Zunahme der Westwinde im Frühjahr. Auffrischende Nordwest-Winde treten vorwiegend im Frühjahr und Herbst auf, während Nord- und Nordöstliche Winde zwar regelmäßig das ganze Jahr über wehen, aber nur eine geringe Häufigkeit erreichen.

Tab. 2.3/1: Häufigkeit der Windrichtungen und Anzahl der Termine in Bad Neuenahr-Ahrweiler (aus WENDLING 1966)

	J.	F.	M.	A.	M.	J.	J.	A.	S.	O.	N.	D.	Jahr
N	4	4	3	3	5	3	3	3	3	2	3	4	40
NE	7	7	7	5	8	6	6	4	7	8	6	9	80
E	17	12	13	10	12	9	9	9	10	14	11	17	143
SE	9	10	12	10	11	10	9	9	8	9	11	11	119
S	9	10	12	10	11	10	9	9	8	9	10	10	117
SW	20	20	20	22	13	22	22	20	23	27	28	20	257
W	21	18	21	20	14	20	15	17	18	13	19	16	212
NW	7	6	5	8	9	5	8	5	8	8	4	7	80

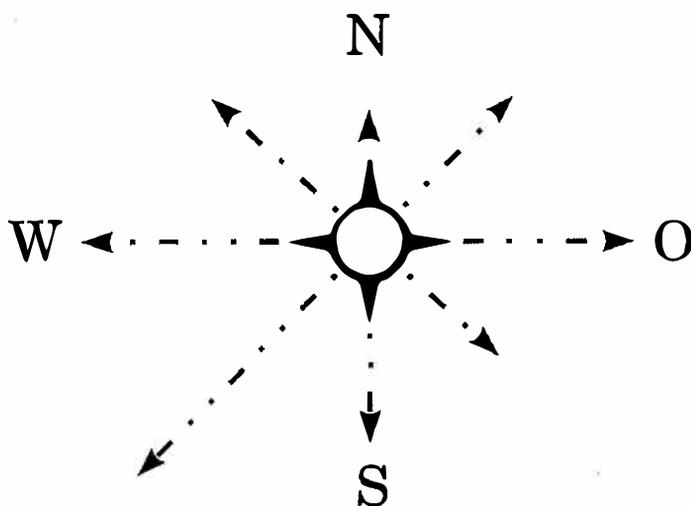


Abb. 2.3/1: Häufigkeit der Windrichtungen in Bad Neuenahr-Ahrweiler für 1934 - 1952 (aus WENDLING 1966)

2.3.2.2 Niederschlag

Die Tabellen 2.3/2a und 2.3/2b zeigen die langjährigen monatlichen und jährlichen Niederschlags-summen für die Klimastation "Bad Neuenahr-Ahrweiler" und die Niederschlagsstation "Altenahr", die ca. 500 m nördlich der Burg Are im Roßbachtal liegt (Abb. 2.3/3, S. 564-565).

Das Wetteramt Trier korrigierte das langjährige Jahresmittel von 1891-1930 auf 590 mm für die Station "Altenahr" und auf 625 mm für die Station "Bad Neuenahr-Ahrweiler". Bei beiden Stationen ist seit der Periode 1934-1961 eine Zunahme der Niederschlagsmenge zu verzeichnen. Auch die Jahres-Mittelwerte für den Zeitraum 1962-1992 (Tab. 2.3/2a, b) bekräftigen den Trend einer Zunahme der Niederschlagsmenge. Bei beiden Niederschlagsstationen bewegen sie sich auf etwa gleichem Niveau wie im Zeitraum 1934-1961. Während die Station Altenahr gegenüber der Station Bad Neuenahr-Ahrweiler" im Zeitraum 1934-1961 eine etwas geringere jährliche Niederschlagsmenge erhielt, liegt sie für den jüngsten Beobachtungszeitraum geringfügig höher. Aus diesem Sachverhalt läßt sich aufgrund der starken Niederschlagsvarabilität kein nennenswerter räumlicher Unterschied in dem lang-jährigen Jahresmittel der Niederschlagsmenge zwischen den beiden Stationen ableiten, wie ihn WENDLING (1966) sieht.

Die mittlere jahreszeitliche und monatliche Verteilung der Niederschlagsmengen ergibt sich aus den Tab. 2.3/2a und 2.3/2b. Die geringsten Niederschläge fallen in den ersten drei Monaten Januar, Februar und März, nehmen im April und Mai stetig zu und erreichen ihren Höchstwert in den Monaten Juni/Juli. Bis Oktober ist ein langsamer Rückgang zu verzeichnen, während sie im November/Dezember wieder leicht ansteigen.

Nach BÖTTCHER [(1941), zitiert nach WENDLING (1966)] zeigen die Gebiete im Rheinischen Schiefergebirge mit relativ geringem Niederschlag, so wie im Ahr-Engtal, ein Sommermaximum. Im Winter wirkt sich der Einfluß des Gebirges auf die Niederschlagsbildung stärker aus als im Sommer. Vom Herbst bis Frühjahr dominiert die horizontale Zufuhr von Luftmassen (Advektion), die im Luv der Mittelgebirge gestaut werden. Die stark feuchtigkeitshaltigen Winde können sich daher in Form reiner Advektiv-Niederschläge abregnen. In den Sommermonaten sinkt der advektive Anteil bei der Niederschlagsbildung. Durch den labilen Zustand der Atmosphäre tritt die Konvektion, d.h. die vertikale aufsteigenden Luftmassen, die durch Einstrahlung erwärmt wurden, verstärkt in Erscheinung. Die Stauwirkung der Gebirge kommt jetzt nur noch wenig zur Geltung. Daher ist der Konvektionsniederschlag, d.h. der Niederschlag, der aus den durch Konvektion entstehenden Quell- und Haufengewolken fällt, in den Leegebieten am größten. Ab Oktober nimmt die Stauwirkung bei gleichzeitiger Regenschattenwirkung auf die Leegebiete wieder zu.

Tab. 2.3/2a: Mittlere monatliche und jährliche Niederschlagsmengen (in mm) der Klimastation "Bad Neuenahr-Ahrweiler" (aus WENDLING 1966; Wetteramt Trier, schriftl. Mitt. 1988 und 1993)

Jahr	Jan	Feb	März	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Summe Jahr
1891-1891	45	38	40	49	53	69	71	64	51	50	50	45	625
1930-1934	38	34	38	42	50	57	75	54	52	50	40	46	576
1961	52	42	42	55	56	81	67	74	50	49	49	53	671
1962	39	79	49	54	49	12	66	74	47	17	37	68	591
1963	47	20	25	40	49	58	31	59	36	44	65	17	491
1964	30	37	50	43	47	47	18	38	26	52	78	40	506
1965	94	37	38	97	50	108	146	53	52	21	54	105	855
1966	35	42	85	65	45	81	170	44	15	111	58	96	847
1967	30	33	50	64	67	78	76	46	78	26	60	66	674
1968	72	46	36	11	43	57	84	166	84	40	19	25	683
1969	30	57	29	57	60	48	54	236	11	3	64	29	678
1970	57	66	51	52	79	47	70	68	32	80	36	39	677
1971	17	35	28	24	75	93	31	46	10	23	88	10	479
1972	20	11	43	39	113	52	63	99	60	18	69	8	595
1973	20	59	18	80	34	21	66	45	33	64	52	56	546
1974	27	28	48	9	52	54	74	39	43	112	72	75	633
1975	49	10	62	43	20	50	72	39	58	16	62	11	492
1976	68	23	23	26	22	17	103	11	46	51	52	40	483
1977	33	61	26	61	36	90	56	94	22	31	111	51	672
1978	26	42	68	40	97	37	58	41	72	35	20	30	566
1979	58	30	105	46	59	76	42	96	21	23	76	99	733
1980	43	26	28	57	40	73	148	70	26	41	54	60	667
1981	76	24	60	63	67	91	60	82	43	86	74	98	822
1982	59	29	48	43	85	61	54	69	45	116	36	69	735
1983	58	39	75	59	123	43	81	27	132	17	47	47	648
1984	65	41	27	99	179	66	67	74	152	40	57	18	885
1985	48	11	43	56	61	95	60	81	50	12	54	23	594
1986	89	11	93	64	61	101	71	52	183	62	20	63	768
1987	39	96	60	32	69	141	136	80	137	64	72	29	866
1988	65	85	123	51	67	39	62	21	54	34	52	90	743
1989	19	38	48	132	16	49	87	48	35	55	38	74	639
1990	32	111	36	40	29	68	36	95	75	30	69	77	698
1991	41	14	35	57	36	62	51	26	32	47	62	69	532
1992	19	41	87	24	24	99	90	61	28	79	44	47	644
Mittel (31 J.)	45	41	51	53	60	65	74	67	49	47	56	53	660

Tab. 2.3/2b: Mittlere monatliche und jährliche Niederschlagsmengen (in mm) der Niederschlagsstation "Altenahr" (aus WENDLING 1966; Wetteramt Trier, schriftl. Mitt. 1988 und 1993)

Jahr	Jan	Feb	März	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Summe Jahr
1891-1961	50	37	42	51	52	64	71	64	51	50	46	41	619
1891-1930	45	31	39	41	46	52	72	54	51	49	39	44	563
1934-1961	55	42	44	60	57	76	70	73	50	51	43	48	668
1962	42	96	53	50	55	12	61	86	47	18	32	84	636
1963	30	23	35	42	56	59	26	57	40	39	77	5	479
1964	28	45	41	40	44	45	18	45	30	58	70	48	512
1965	105	34	38	101	55	92	138	54	48	21	47	108	841
1966	34	34	91	55	55	79	128	44	16	199	58	113	806
1967	34	38	49	69	54	74	99	26	84	37	57	62	683
1968	78	44	45	11	36	69	71	138	83	42	22	27	666
1669	34	54	35	55	60	53	49	207	11	7	72	29	666
1970	50	70	57	55	87	154	62	79	31	94	36	41	716
1971	19	38	33	32	90	104	30	56	12	23	98	12	547
1972	21	8	48	43	83	59	49	63	58	21	72	7	532
1973	22	77	20	84	40	24	48	47	41	69	56	59	587
1974	27	26	39	9	38	42	61	54	47	114	70	84	611
1975	51	90	63	49	27	54	77	45	62	13	56	12	518
1976	76	18	20	30	88	12	105	8	46	29	56	35	523
1977	32	59	24	66	37	96	72	107	23	25	109	43	693
1978	31	37	68	38	89	39	56	43	74	35	17	52	579
1979	45	30	96	44	60	87	46	92	17	21	76	108	722
1980	45	30	26	51	40	77	145	68	30	36	47	69	664
1981	106	20	59	57	90	131	69	106	44	74	80	86	922
1982	68	22	60	48	93	82	51	71	42	129	34	67	767
1983	55	39	35	60	134	53	30	40	136	26	45	44	635
1984	76	89	22	84	170	66	77	54	162	46	70	26	942
1985	59	22	49	61	83	89	71	47	41	16	57	28	623
1986	84	11	85	65	59	163	66	45	76	55	16	58	683
1987	45	68	48	31	86	121	158	74	72	71	64	16	854
1988	66	82	113	38	106	42	63	23	57	30	49	82	751
1989	13	28	39	118	13	43	58	41	45	43	38	68	547
1990	24	104	35	42	37	75	33	71	74	30	54	74	653
1991	37	14	24	54	31	57	46	24	27	44	71	67	496
1992	26	37	81	28	22	110	89	74	33	80	49	47	676
Mittel (31 J.)	47	42	51	52	63	71	69	64	49	47	57	54	662

Bei der Betrachtung der höchsten Tagessummen der Niederschläge für die beiden Stationen zeigt sich nach WENDLING (1966) eine deutliche Zunahme während der Sommermonate Juni bis August, wenn auch manchmal eine geringe Verschiebung zum Frühjahr oder Herbst stattfindet. Oft ist die größte Tagesmenge so ergiebig, daß mehr als die Hälfte oder 1/3 der Niederschlagsmenge eines Monats erreicht wird. Daraus ist ersichtlich, daß es sich meist um Stark- und Gewitterregen handelt. Diese wolkenbruchartigen Platzregen können zu katastrophalen Sommer-Hochwässern führen. So fiel am 13. Juli 1910 innerhalb von 2,5 Stunden 125,4 mm Niederschlag (fast 24% des gesamten mittleren Jahresniederschlags) und löste dadurch eine verheerende Hochwasserkatastrophe aus.

2.3.2.3 Sonnenscheindauer

Nach WENDLING (1966) betrug die mittlere Jahressumme der Sonnenscheindauer an der Klimastation "Bad Neuenahr-Ahrweiler" 1285 Stunden (20-jährige Mittel von 1923-1961). Andere Autoren berechnen eine Sonnenscheindauer bis 1444 Std./Jahr (BJELANOVIC 1968). Diese Unterschiede kommen vor allem durch die unterschiedlich gewählten Beobachtungszeiträume zustande. Für die Vegetationsperiode (April-Oktober) errechnet BJELANOVIC (1968) eine mittlere Sonnenscheindauer von 1139 Stunden.

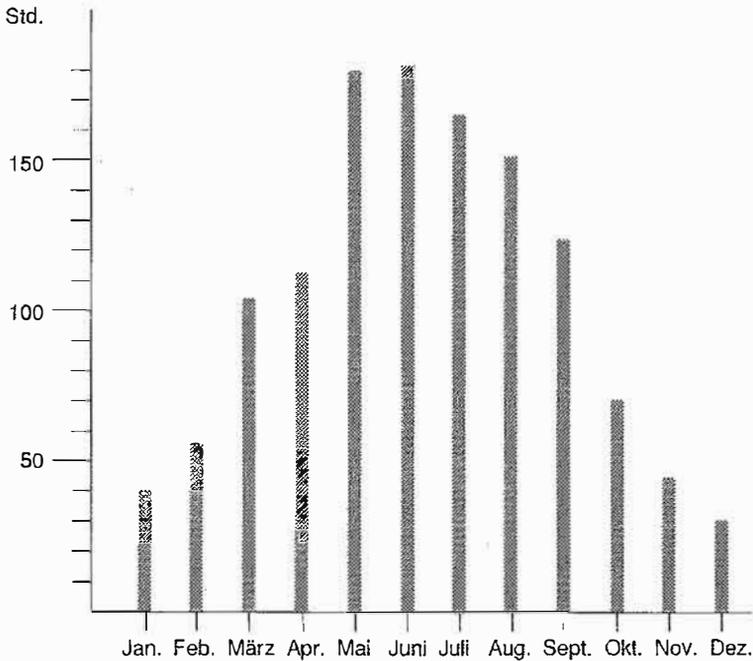


Abb. 2.3/2: Mittlere monatliche Sonnenscheindauer in Std. in Bad Neuenahr-Ahrweiler (1923 - 1961) (aus WENDLING 1966)

Die Grundzüge der mittleren monatlichen und jahreszeitlichen Verteilung der Sonnenscheindauer für die Klimastation "Bad Neuenahr-Ahrweiler" kommen in Abb. 2.3/2 deutlich zum Ausdruck. Gemäß des jahreszeitlichen Tagesganges der Sonne sind die Wintermonate Dezember/Januar die sonnenärmsten Monate. Über die Monate Februar/März steigt die Sonnenscheindauer kontinuierlich an. Die Monate Mai bis August sind die sonnenreichsten Monate, obwohl sie gleichzeitig die höchsten Niederschläge bringen. Dies erklärt sich dadurch, daß während dieser Zeit die meisten Niederschläge in Form von Stark- und Gewitterregen niedergehen.

2.3.2.4 Lufttemperatur

Das langjährige Jahresmittel der Lufttemperatur deutet schon die klimatisch bevorzugte Lage des Ahr-Engtales an. Nach BREIL (1968) betrug das Jahresmittel (1881-1966) 9,3 °C. Nach der Tab. 2.3/3 beträgt das Jahresmittel für den jüngsten Beobachtungszeitraum (1961-1992) 9,8 °C. Es ist also eine leichte Zunahme der Jahresmitteltemperatur zu beobachten. Nach BREIL (1968) gelten diese langjährigen Jahresmittel der Lufttemperatur nur für den eigentlichen Talkessel um Bad Neuenahr-Ahrweiler. Ahraufwärts im Ahr-Engtal sollen die Werte um ca. 0,2 °C niedriger liegen.

Die mittlere monatliche und jahreszeitliche Temperaturverteilung geht aus der Tab. 2.3/3 hervor und läßt wiederum auf den großklimatischen atlantischen Einfluß schließen. Das langjährige Wintermittel fällt sehr milde aus, wenn auch gelegentlich recht tiefe Extreme vorkommen. Im weiteren Jahresverlauf steigen die mittleren monatlichen Lufttemperaturen zögernd an. Der Frühling ist relativ kühl. Erst die Sommermonate (Juni und August) bringen eine deutliche Steigerung. Während der September als relativ warm anzusprechen ist, macht sich im Oktober schon wieder durch das häufige Auftreten von Frühfrösten der lokale kontinentale Einfluß bemerkbar. Der jahreszeitliche Temperaturverlauf der Luft ist als relativ ausgeglichen zu bezeichnen, was unter anderem in der geringen Differenz zwischen Sommer- und Wintermitteltemperaturen zum Ausdruck kommt.

WENDLING (1966) bildete für einen Zeitraum von 14 Jahren (1934-1952) Mittelwerte für das mittlere Jahres-Maximum und das mittlere Jahres-Minimum. Das mittlere Jahres-Maximum beträgt demnach +14,5 °C und das mittlere Jahresminimum +4,5 °C. Die geringe Differenz von 10 °C läßt den atlantischen Einfluß sichtbar werden. Der Vergleich des mittleren absoluten Jahresmaximums und -minimums der Lufttemperatur ergab für die Zeitraum 1934-1961 eine Differenz von 48 °C, was auf einen örtlich bedingten kontinentalen Einfluß hinweist.

Tab. 2.3/3: Mittlere monatliche und jährliche Lufttemperatur (in °C) der Klimastation "Bad Neuenahr-Ahrweiler" (Wetteramt Trier, schriftl. Mitt. 1988 und 1993)

Summe Jahr	Jan	Feb	Mae	Apr	Mai	Jun	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
1961	1,8	6,6	7,7	11,3	11,8	16,4	15,7	16,3	17,2	11,8	5,1	2,1	10,3
1962	4,2	2,7	1,7	9,2	10,8	15,0	15,9	16,9	13,7	10,2	4,0	-1,0	8,6
1963	-5,8	-3,8	4,7	10,3	12,3	16,4	17,7	16,8	14,8	9,0	9,3	-2,1	8,3
1964	-0,2	3,9	3,2	9,5	11,7	17,5	18,4	17,2	14,8	7,9	6,7	2,3	9,4
1965	-3,4	1,1	5,1	8,2	13,0	16,5	16,0	15,7	13,1	8,7	3,5	4,9	9,1
1966	-0,5	7,6	5,2	10,4	14,1	17,3	16,1	16,5	14,6	12,4	3,3	5,4	10,1
1967	3,3	5,0	7,3	7,9	13,4	15,9	18,9	17,2	14,2	12,7	4,7	2,5	10,2
1968	2,0	2,3	6,3	10,5	12,0	16,2	17,2	16,9	14,6	12,1	4,8	0,2	9,6
1969	4,0	0,3	4,0	8,6	14,0	15,3	19,6	17,2	14,0	11,1	6,7	-1,4	9,5
1970	0,4	1,6	3,4	7,2	13,1	19,2	17,2	15,6	14,9	10,8	7,9	1,7	9,4
1971	1,1	3,5	2,9	9,5	15,1	15,0	19,3	18,7	13,7	9,8	5,7	4,9	9,9
1972	0,8	4,3	6,8	8,6	12,5	15,4	18,3	16,3	11,7	7,7	6,1	2,3	9,2
1973	2,2	2,9	5,4	7,0	13,9	18,1	18,4	19,4	15,3	8,8	5,4	2,3	9,9
1974	5,1	4,9	6,9	9,1	12,1	15,7	16,9	17,7	14,0	6,8	6,8	7,6	10,3
1975	7,2	2,6	5,2	8,5	12,2	15,6	19,2	20,0	16,2	8,1	5,1	2,5	10,2
1976	4,6	3,1	3,8	8,1	14,1	19,1	20,7	17,1	14,0	11,6	6,8	0,7	10,3
1977	3,2	5,3	7,9	7,6	12,7	16,5	18,1	17,2	13,7	11,5	7,2	3,6	10,4
1978	2,7	0,9	7,3	8,1	12,4	16,0	16,4	16,7	14,6	10,8	5,3	2,8	9,5
1979	-2,6	0,2	6,0	8,3	13,6	17,8	17,7	16,3	15,0	11,5	5,6	6,4	9,6
1980	0,2	5,3	6,2	7,8	12,6	15,7	16,2	17,7	15,2	9,5	5,1	3,3	9,6
1981	1,6	0,6	8,6	9,6	14,3	16,5	17,1	17,5	14,4	9,0	6,6	-0,2	9,6
1982	-2,3	1,1	4,9	7,5	13,8	17,3	19,2	17,6	15,9	10,6	7,8	3,7	9,8
1983	5,7	-0,3	5,4	9,3	11,5	17,2	21,1	19,4	15,1	10,6	4,8	2,9	10,2
1984	3,4	1,8	4,1	7,6	11,4	15,4	17,7	17,7	14,1	12,2	7,4	4,0	9,7
1985	-2,5	-1,8	5,3	9,7	14,4	15,3	19,0	16,9	15,0	9,3	2,7	6,3	9,1
1986	3,1	-4,8	4,9	7,3	14,7	17,6	18,6	16,3	12,3	12,8	9,1	5,9	9,8
1987	-1,4	3,4	2,7	11,6	11,1	15,6	19,2	18,2	17,3	11,9	7,3	5,6	10,2
1988	6,8	5,2	6,1	9,5	15,7	16,5	17,9	18,4	14,3	11,0	4,3	7,1	11,1
1989	3,5	4,3	8,8	7,9	14,9	15,9	18,8	18,1	15,0	12,0	4,6	4,4	10,7
1990	4,9	7,6	8,4	8,4	14,4	16,1	17,9	18,3	13,0	11,6	6,0	2,9	10,8
1991	2,6	-1,2	7,8	8,0	10,8	13,9	19,7	18,4	15,8	9,1	4,9	2,3	9,3
1992	2,4	4,7	6,6	9,0	15,0	17,2	19,0	19,6	14,1	7,5	7,6	2,9	10,5
Mittel (32 J.)	2,0	2,5	5,6	8,8	13,2	16,4	18,1	17,6	14,6	10,3	5,9	3,1	9,8

2.3.3 Geländeklima

Das Makroklima wird im Bereich der bodennahen Luftschicht unter dem Einfluß der Geländegestaltung (Georelief, Topographie), der Gesteins- und Bodenzusammensetzung, der Oberflächengewässer, des Bodenwassers, der Vegetationsdecke und anderes mehr vielseitig und kleinräumig modifiziert. Ein durch das Georelief und Höhenlage geprägtes Geländeklima ist zu unterscheiden von den mikroklimatischen Verhältnissen, wie sie im Innern von Vegetationsbeständen (v.a. Wäldern) anzutreffen sind.

2.3.3.1 Geländeklimatologische Methodik

Die folgenden geländeklimatischen Elemente wurden ermittelt:

a) Potentielle direkte Sonneneinstrahlung

Die direkte Sonneneinstrahlung läßt sich mittels strahlungsgeometrischer Gesetze berechnen (LE-SER & KLINK 1988). Die potentielle, d.h. maximal mögliche, direkte Sonneneinstrahlung wurde

hier nach KÄMPFERT & MORGEN (1952) und MORGEN (1957) ermittelt. Der Betrag der potentiellen direkten Sonneneinstrahlung, den eine Fläche bzw. ein Standort empfangen kann, ist dabei abhängig von der Exposition (Hangrichtung), Inklination (Hangneigung) und von der Abschirmung durch den natürlichen Horizont (Horizontbegrenzung) (KNOCH 1963). Die erforderlichen Größen Exposition und Hangneigung liegen flächenhaft für das NSG "Ahrschleife bei Altenahr" vor (FISANG 1993). Aus der Topographischen Karte 1:10.000 wurden an einer Vielzahl von Standorten die Horizontbegrenzungswerte ermittelt.

b) Windverhältnisse der bodennahen Luftschicht und Luftaustausch/Durchlüftung

Eine grobe Einschätzung der Durchlüftung läßt sich mit dem von KAPS (1955, zit. in KNOCH 1963) vorgeschlagenen Berechnungsverfahren für Mittelgebirge durchführen. Die Taldurchlüftung wird aus den geomorphometrischen Größen "Talweite" (horizontaler Abstand der Talränder), "Talsohlenbreite" (horizontaler Abstand der Talsohlenränder) und "Taltiefe" (Höhendifferenz zwischen Talsohle und dem Talrand) abgeschätzt.

c) Nebelbildung und Niederschlagsverteilung

Aussagen zur Nebelbildung und zur Niederschlagsverteilung wurden Literaturangaben entnommen.

2.3.3.2 Beschreibung des Geländeklimas

Die unterschiedlich ausgeprägten geländeklimatischen Elemente führen auch im Naturschutzgebiet (NSG) "Ahrschleife bei Altenahr" zur Bildung eines an die Georeliefverhältnisse gebundenen, eigengearteten Geländeklimas (BJELANOVIC 1968), wie im folgenden aufgezeigt wird.

2.3.3.2.1 Potentielle direkte Sonneneinstrahlung

Die potentielle direkte Sonneneinstrahlung wird in Anlehnung an KNOCH (1963) definiert als potentielle Strahlungsenergiesumme auf eine definierte Flächeneinheit pro Zeiteinheit, die aus der optimalen direkten (kurzwelligigen) Sonneneinstrahlung bei Wolkenlosigkeit und mittlerer Trübung resultiert. Nach LESER & KLINK (1988) ergibt sich, daß in unseren Breiten der Betrag der direkten Sonneneinstrahlung dem der Strahlungsbilanz (Nettostrahlung) entspricht. Die Nettostrahlung repräsentiert also die Bilanz aller Ein- und Ausstrahlungsgrößen an einem Standort, wo sie als Energiegewinn verfügbar ist. Die potentielle, d.h. die maximal mögliche, direkte Sonneneinstrahlung charakterisiert also in ausreichender Form das Energieangebot an einem Standort bzw. einer kleinen Fläche.

Die jährliche, potentielle direkte Sonneneinstrahlung im Naturschutzgebiet (NSG) "Ahrschleife bei Altenahr" ist flächendifferenziert aus Abb. 2.3/3 (S. 564-565) ersichtlich. Die Sonneneinstrahlung auf eine Fläche bzw. einen Standort hängt dabei sehr stark von der Hangrichtung (Exposition) und Hangneigung ab, die sich im Naturschutzgebiet zum Teil kleinräumig stark ändern. Daneben spielt aber auch die Abschirmung durch den natürlichen Horizont (Horizontbegrenzung) in bestimmten Relieftyplagen eine große Bedeutung, wie folgende Darstellung der Abzüge auf die nach Hangrichtung und -neigung berechneten Sonneneinstrahlungsmengen ergibt:

- Sehr hohe Sonnenenergie-Abzüge (30-45 Kcal/cm²/Jahr) erhalten die Talsohle in West-Ost-gerichteten Talabschnitten und zum Teil die schluchtartigen Kerbtäler.
- Meist hohe Abzüge (15-30 Kcal/cm²/Jahr) weisen die Talsohle der Ahr in nicht West-Ost-gerichteten Talabschnitten sowie die S/SW/SO/W/O-exponierten Hangfuß-, Unterhanglagen und Kerbtäler auf.

- Meist mäßige Abzüge (5-15 Kcal/cm²/Jahr) weisen die S/SW/SO/W/O-gerichteten Oberhanglagen der Mändersporne, gleichartig exponierte Mittelhanglagen der Talumrahmung und die NW/NO/N-gerichteten Hangfuß-, Unterhanglagen und Kerbtäler sowie Paß- und Sattellagen auf.
- Meist geringe (< 5 Kcal/cm²/Jahr) oder keine Abzüge erhalten die NW/NO/N-exponierten Oberhanglagen der Mändersporne und Mittelhanglagen der Talumrahmung, die Hangrippen im Mittel- und zum Teil im Unterhangbereich, die Oberhanglagen der Talumrahmung, die Kammlagen, der wellige Hauptterrassenrest der Krähhardt sowie die Hochflächenrücken.

Zur Abstufung der reliefbedingten Unterschiede in den jährlichen potentiellen direkten Sonneneinstrahlungsergismengen wurden in Anlehnung an KNOCH (1963) folgende Schwellenwerte und 7 "Besonnungs"-Klassen mit 20 Kcal/cm²/Jahr-Stufen für das Naturschutzgebiet "Ahrschleife bei Altenahr" gewählt:

Potentielle jährliche direkte Sonneneinstrahlungssummen (in Kcal/cm ² /Jahr)	Beurteilung
über 150	sehr hoher Strahlungsgenuß
130-150	hoher Strahlungsgenuß
110-130	normaler Strahlungsgenuß
90-110	mäßiger Strahlungsgenuß
70- 90	geringer Strahlungsgenuß
50- 70	sehr geringer Strahlungsgenuß
unter 50	extrem geringer Strahlungsgenuß

Aus Abb. 2.3/3 (S. 564-565) werden die extremen Unterschiede der potentiellen, direkten Sonneneinstrahlung bzw. Wärmezunahme und Wärmeabgabe im NSG "Ahrschleife bei Altenahr" deutlich. Aufgrund der Analyse des Funktionszusammenhanges Georelief und potentielle direkte Sonneneinstrahlung bestehen hier folgende Regelmäßigkeiten:

- Extrem geringen Strahlungsgenuß verzeichnen meist die Nord/Nordost-exponierten, sehr steilen (>35°, z.T. 25-35°) Hangfuß- und Unterhanglagen sowie die Nord/Nordost-gerichteten Hänge in den schluchtartigen Kerbtälchen.
- Sehr geringen Strahlungsgenuß weisen steile (25-35°), Nordost/Nordwest-exponierte Unterhänge und steile (25-45°) Nord/Nordost-gerichtete Mittelhänge der Talumrahmung, nicht schluchtartige Kerbtälchen sowie die sehr steilen (>35°) NW/NO-Oberhänge der Mändersporne auf.
- Geringen Strahlungsgenuß weisen mäßig steile (15-25°) NW/NO-Unterhänge, Nord-Oberhänge der Talumrahmung und die Kerbtälchen im Oberhangbereich, die sehr steilen (>45°) West/Ost-Unterhänge, die steilen (25-35°) Nordwest-Oberhänge der Mändersporne und NW/NO-Mittelhänge der Talumrahmung sowie die West-Ost-gerichtete Talsohle der Ahr auf.
- Mäßigen Strahlungsgenuß verzeichnen mäßig steile (11-25°) NW/NO-Oberhänge der Talumrahmung und konvexe Hangrippen im Mittelhangbereich, die mäßig steilen bis steilen West/Ost-Unterhänge, die sehr steilen (> 35°) West/Ost-Oberhänge der Mändersporne sowie die nicht West-Ost-verlaufende Talsohle der Ahr.
- Normalen Strahlungsgenuß erhalten die Hochflächen und die wellige Hauptterrassenfläche der Krähhardt sowie die West-gerichteten Ober- bzw. Mittelhänge der Talumrahmung und die Südost/Südwest-Unter- und Mittelhänge.
- Hohen Strahlungsgenuß erhalten die sehr steilen (> 35°) Süd-Unterhänge, die schwach geneigten (2-15°) Süd-Hänge der Kuppen, die Südwest/Südost-gerichteten Oberhänge der Mändersporne und die gleichartig exponierten Mittelhänge der Talumrahmung.
- Sehr hohen Strahlungsgenuß erhalten die steilen bis sehr steilen (25-55°), nach Süden gerichteten Mittel- und Oberhänge.

Der Flächenanteil der Areale, deren Werte von dem normalen Strahlungsgenuß (auf mehr oder weniger ebener Fläche) abweichen, ist wegen der ausgeprägten Reliefunterschiede sehr groß. Die Differenz zwischen der niedrigsten ($< 23,2 \text{ kcal/cm}^2/\text{Jahr}$) und der höchsten (ca. $167 \text{ Kcal/cm}^2/\text{Jahr}$) direkt eingestrahlt Sonnenenergiemenge liegt im NSG "Ahrschleife bei Altenahr" außerordentlich hoch. Auffallend sind auch die linienhaften Abgrenzungen über eine oder mehrere "Besonnungs"-Klassen hinweg entlang von Bergkämmen, beim abrupten Anstieg von der Talsohle zum Hang und beim plötzlichen Hangrichtungswechsel an Hangrippen und Tiefenlinien im Hang. Diese Abgrenzungen haben auch im Gelände einen relativ großen Realitätsbezug. Ansonsten ist die Grenze eines Areals der potentiellen direkten Sonneneinstrahlung eine abstrahierte Linie.

Auch im Naturschutzgebiet "Ahrschleife bei Altenahr" werden diese potentiellen, d.h. maximal möglichen Werte durch die reale Witterung gemindert und die potentielle Wärmegunst bzw. -ungunst der einzelnen Flächen in Zusammenhang mit anderen Klimafaktoren (z.B. Bewölkung, Windverhältnisse, Bodenbeschaffenheit und -bedeckung, Höhenlage) modifiziert (vgl. MOSIMANN 1980), wie im folgenden dargelegt wird. Die tatsächlich standortverfügbare Strahlungsenergie (Nettostrahlung) hängt auch von der "Albedo" ab (LANG 1982). Die Albedo wird definiert als das Vermögen der Erdoberfläche einfallende Sonnenstrahlung zu reflektieren. Im NSG "Ahrschleife bei Altenahr" besitzt das dunkle Gestein (v.a. die schwarzblauen Rau- bis Flaserschiefer, aber auch die grauen Feinsandsteine) eine sehr geringe Albedo (unter 5 %). Die Wälder reflektieren nach LANG (1982) ca. 15-20 %, d.h. sie absorbieren also 80-85 %, während die Wiesenbrachen der Talsohle und auf der Krähhardt sowie die grasreichen Weinbergsbrachen mit ca. 25 % die höchste Albedo im Naturschutzgebiet aufweisen.

Der eigentliche Engtalbereich ist stark windgeschützt (s. Kap. 2.3.3.2.3), die Lufterneuerung ist gering. Daher können sich die Georelief-bedingten Unterschiede der direkten Sonneneinstrahlung gerade in diesem Talbereich besonders stark auf das Temperaturprofil auswirken (MOSIMANN 1980). Die Tallage im Bereich über 220/300 m ü.N.N. ist dagegen kaum windgeschützt; die Lufterneuerung ist im allgemeinen ausreichend. Daher können sich in diesem Talbereich die reliefbedingten Unterschiede der direkten Sonneneinstrahlung nicht so deutlich auf das Temperaturprofil auswirken. Die Unterschiede werden stärker verwischt.

2.3.3.2.2 Nebelbildung

Eng verbunden mit der Kaltluftentstehung und -ansammlung ist die Nebelbildung. Nach SCHIRMER (1976) beträgt im "Ahr-Engtal" die Nebelhäufigkeit (Mittlere jährliche Zahl der Nebeltage; für die Periode 1951-60) im Bereich der Talsohle und Unterhanglagen etwa 30-50 Tage im Jahr. Dabei handelt es sich überwiegend um Talnebel, der sich vor allem im Herbst und Winter im Tal durch Ausstrahlung bildet. Die Obergrenze von ca. 250 m ü.N.N. schwankt meistens nur wenig und bildet zugleich die Obergrenze der bodennahen Kaltluft und der Inversion. Die Häufigkeit der Inversionen ist jedoch größer als die Tage mit Nebel, da sich nicht an allen Tagen mit Temperaturinversionen in Bodennähe auch Nebel bildet.

Über dieser Talnebelzone breitet sich im NSG "Ahrschleife bei Altenahr" an allen Talhängen bis in eine Höhenlage von ca. 350/400 m ü.N.N. die warme und nebelarme Hangzone aus mit nur 15-30 Nebeltagen pro Jahr. Ab dieser Höhe weisen die Oberhanglagen und Hochflächenrücken der Talumrahmung wieder 30-50 Nebeltage im Jahr auf. Dabei handelt es sich überwiegend um Hochnebel. Die Höhenlage des Hochnebels pendelt zwar im Tagesverlauf, sie bevorzugt jedoch im Mittelgebirge Höhen, die zugleich die Obergrenze der warmen Hangzone ist. Im Hochnebelbereich herrscht meist eine lebhaft Luftbewegung, die zu abgesetzten Niederschlägen Anlaß gibt.

2.3.3.2.3 Windverhältnisse und Durchlüftung

Die Temperaturschichtung in der bodennahen Luftschicht wird besonders stark vom Wind beeinflusst (GEIGER 1961): je geringer der Windeinfluß, desto größer die Bereitschaft zur Herausbildung

lokaler Temperaturdifferenzierungen. Ein- und Ausstrahlungsvorgänge kommen dann besonders stark zur Wirkung und bei langer Wirkungsdauer bildet sich ein selbstständiges Geländeklima aus. In ihm tritt der dynamische Luftaustausch (Wind) weitgehend zurück, während der thermische Luftaustausch die Temperatur der bodennächsten Luftmassen bestimmt.

Aus den Durchlüftungszahlen läßt sich nach WINDOLPH (1986) folgende Bewertung für die Lufterneuerung und -durchmischung in einem Tal herleiten:

Durchlüftungszahl (D)	Bewertung
über 15	ausreichend
11-14	nicht immer ausreichend
6-10	mäßig
unter 6	ungünstig

Die für das NSG "Ahrschleife bei Altenahr" an einigen Beispielen ermittelte Durchlüftungszahl ergab folgende Ergebnisse:

- Für den eigentlichen Engtalbereich wurden Werte zwischen 2,7 und 5,7 ermittelt. Diese gelten für alle Windrichtungen, wobei für die Nord-Süd- bzw. Süd-Nord-Windrichtung keine Wertermittlung erfolgte. Aus diesen Werten ist ersichtlich, daß die Durchlüftung im eigentlichen Engtalbereich ungünstig ist, was durch die stark windgeschützten Lage bedingt ist. Geringe Windgeschwindigkeiten sind vorherrschend.
- Für die Talumrahmung (Tallagen über 220/300 m ü.N.N.) ergaben sich Werte über 8,5 bis über 15 für alle Windrichtungen. Die Durchlüftung ist in diesem Talbereich der Ahr meist ausreichend und nur teilweise mäßig bis nicht immer ausreichend. Die Lufterneuerung ist im allgemeinen groß. Die Oberhang- und größtenteils die Mittelhanglagen sind demnach als kaum windgeschützt einzustufen. Höhere Windgeschwindigkeiten sind vorherrschend. Dies gilt vor allem für die Kammlagen und Hangrippen mit spärlicher Vegetationsbedeckung und die Kuppen auf dem Hauptterrassenrest der Krähhardt. Die z.T. schluchtartigen Kerbtälchen, Hängetälchen und Hangmulden sind allerdings wieder als windgeschützt zu betrachten.

Die fast geschlossene Bewaldung der Hanglagen und die verbuschten Brachen im NSG "Ahrschleife bei Altenahr" setzen, wie jede Form des Bewuchses, die Durchlüftung im Naturschutzgebiet herab. Dies wirkt sich besonders auf den sowieso schon ungünstig durchlüfteten, eigentlichen Engtalbereich mit einer zusätzlichen Verminderung der Windgeschwindigkeit aus.

Auch von dem Grad der Durchlüftungsmöglichkeit hängt es ab, ob sich in einem engen Talabschnitt wie dem "Langfigtal" Sonder- und Extremklimata entwickeln können (KNOCH 1963).

2.3.3.2.4 Niederschlagsverteilung

Die räumliche Niederschlagsverteilung hängt vor allem von der Häufigkeit und Richtung der niedererschlagbringenden Winde und der im Bergland dabei auftretenden Luv-Lee-Erscheinungen (SCHIRMER 1976) ab. Eigene Messungen zur räumlichen Niederschlagsverteilung im NSG "Ahrschleife bei Altenahr" liegen nicht vor. Daher wird im folgenden eine allgemeine Beschreibung nach SCHIRMER (1976) vorgenommen. Danach erhalten die Talsohle und Unterhanglagen im Untersuchungsgebiet eine jährliche Niederschlagsmenge von ca. 650-700 mm im langjährigen Mittel (Tab. 2.3/2). Ab ca. 300 m ü.N.N. Höhenlage erhalten die Mittel- und Oberhanglagen sowie die Hochflächenrücken im Süden eine Jahresniederschlagsmenge von ca. 700-750 mm. Auch nach KÜMMEL (1950) bilden die Hochflächen des Steinerbergrückens bei einfallenden nördlichen, vor allem nordwestlichen Winden ein Klein-Luv-Gebiet. Ebenso steigt die Niederschlagshäufigkeit von 110-120 auf 120-130 Tage im Jahr mit zunehmender Höhenlage an.

2.3.3.2.5 Klimatisch bedingte Höhenstufung

Der durchschnittliche Höhengradient der mittleren Jahrestemperatur-Abnahme der Luft beträgt in Mitteleuropa ca. 0,5° C pro 100 m Höhendifferenz. Überträgt man diesen empirischen Mittelwert auf die nach KÜMMEL (1950) ausgeschiedenen Höhenstufengrenzen im Untersuchungsgebiet, so ergibt sich folgende thermische Höhenstufung (Abb. 2.3/4). Ausgangspunkt der Berechnung war die mittlere Jahreslufttemperatur der Klimahauptstation "Bad Neuenahr-Ahrweiler" (Höhenlage 111 m ü.N.N.), die nach Angaben von BREIL (1968) auf Werte für das Ahr-Engtal korrigiert wurde. Neben der Lufttemperatur ändert sich mit zunehmender Höhenlage auch die Niederschlagsverteilung (s. Kap. 2.3.3.2.4).

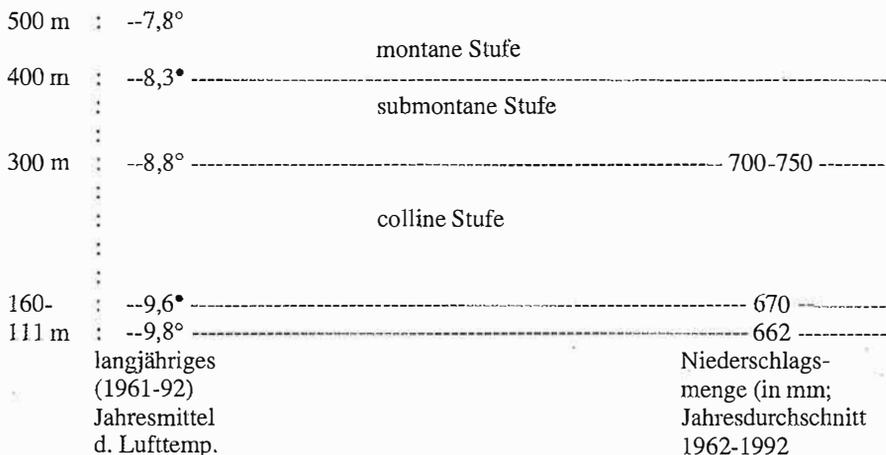


Abb. 2.3/4: Klimatische Höhenstufung

In der collinen Stufe (bis ca. 300 m ü.N.N.) weist die Talsohle ein gemäßigt atlantisch-ozeanisches Makroklima auf (s. Kap.2.3.2), das lokal an den südlich exponierten Hangfuß- und Unterhanglagen einen begrenzt kontinentalen Einfluß erhält. Eine etwas geringere Schwankung der mittleren Jahrestemperaturen (Differenz zwischen mittleren Juli- und Januartemperaturen), die etwas höheren Niederschlagsmengen und größere Niederschlagshäufigkeit sowie die bessere Durchlüftung der Oberhanglagen und Hochflächenrücken zeigen den stärkeren atlantisch-ozeanischen Klimaeinfluß der montanen Stufe (400-500 m ü.N.N.). Die Mittelhanglagen der Talumrahmung (submontane Stufe) nehmen eine Mittelstellung ein.

2.3.4 Zusammenfassung

In diesem Beitrag werden klimatische Aspekte des Naturschutzgebietes (NSG) "Ahrschleife bei Altenahr" angesprochen. Vom Makroklima her ist das NSG "Ahrschleife bei Altenahr" dem Naturraum "Ahr-Engtal" zuzuordnen, was anhand langjähriger Mittelwerte der Klimastation "Bad Neuenahr-Ahrweiler" und der Niederschlagsstation "Altenahr" dokumentiert ist. Das Ahr-Engtal wiederum gehört seiner geographischen Lage entsprechend zum subatlantisch-ozeanisch beeinflussten Klimaraum des linksrheinischen Schiefergebirges. Bei vorherrschenden Winden aus westlichen Richtungen weist das Ahr-Engtal im Schutz der westlichen Höhenzüge der Ardennen und angrenzenden Höhen der Eifel jedoch eine beachtliche klimatische Differenzierung auf. Als Folge dieser Leelage ist die Wolkendecke im Ahr-Engtal stärker aufgerissen, womit geringere Niederschläge (bei beiden Stationen ca. 660-670 mm/Jahr mit Sommermaximum), eine längere Sonnenscheindauer (1285-1444 Std./Jahr, je nach Beobachtungszeitraum) und eine stärkere Erwärmung (mittlere Jahreslufttemperatur: 9,8° C) verbunden sind.

In dieses Makroklima eingebettet ist das stark an das Georelief und die Höhenlage gebundene, eigengeartete Geländeklima im NSG "Ahrschleife bei Altenahr". Nach Erläuterung der geländeklimatischen Methodik erfolgt

eine Beschreibung des Geländeklimas. Die potentielle direkte Sonneneinstrahlung charakterisiert in ausreichender Form das Energieangebot an einem Standort bzw. auf einer Fläche des Naturschutzgebietes. In Abhängigkeit von der im Naturschutzgebiet kleinräumig stark variierenden Exposition (Hangrichtung) und der Inklination (Hangneigung) sowie der Abschirmung durch den natürlichen Horizont werden die extremen Unterschiede in der jährlichen, potentiellen direkten Sonneneinstrahlungsmenge verschiedener Lagen im NSG "Ahrschleife bei Altenahr" deutlich (Abb. 2.3/3, S. 564-565). Darauf beruht die Beurteilung des Strahlungsgenusses einzelner Flächen von sehr hoch (sehr hohe Wärmegunst) bis extrem gering (extreme Wärmeungunst). Im Zusammenspiel mit dem Adsorptionsvermögen unterschiedlicher Bodenbedeckungen (dunkler Fels bis Wiesen/Wälder) und den lokalen Windverhältnissen (windgeschützter "eigentlicher" Engtalbereich, windoffenere Bereiche der Oberhanglagen und Hochflächenrücken) wird die Wirksamkeit der potentiellen direkten Sonneneinstrahlung auf das Temperaturprofil örtlich verstärkt, vermindert bzw. sie bleibt gleich. Weiterhin werden die in verschiedenen Höhenlagen in unterschiedlicher Intensität sich bildenden Nebelerscheinungen im NSG "Ahrschleife bei Altenahr" angesprochen. Zum Abschluß wird die klimatisch bedingte Höhenstufung des NSG "Ahrschleife bei Altenahr" dargelegt. Während bei der Niederschlagsverteilung eine Zunahme von der collinen bis zur montanen Stufe zu erwarten ist, nimmt die mittlere Jahreslufttemperatur höhenwärts bis auf ca. 7,8° C ab.

Danksagung

Bedanken möchte ich mich bei meiner Familie, der Familie Karl-Heinz Hanf und Thomas Hanf (Krälingen) für die Unterstützung bei meiner Diplomarbeit, die Grundlage dieses Aufsatzes war. Bei der Erstellung der Karten haben mir Frau Simone Muth und Herr Markus Büchl sehr geholfen. Für ihre unbürokratische Hilfe sei auch dem Wetteramt Trier gedankt.

2.3.5 Literatur

- BJELANOVIC, M. (1967): Mesoklimatische Studien im Rhein- und Moselgebiet. Ein Beitrag zur Problematik der Landesklimateaufnahme. - Diss. Univ. Bonn, 231 S., Bonn.
- BJELANOVIC, M. (1968): Ergebnisse der geländeklimatischen Kartierungen in dem Weinbaugebiet der Ahr. - Zweijahresbericht der Landes-Lehr- und Versuchsanstalt für Landwirtschaft, Weinbau und Gartenbau (LLVA) Ahrweiler, 12-23, Ahrweiler.
- BÖTTCHER, W. (1941): Die Niederschläge im Rheinischen Schiefergebirge. - Beiträge zur Landeskunde der Rheinlande, Reihe 3(5).
- BREIL, K. (1968): Großklimatische Untersuchungen im Kreis Ahrweiler. - Zweijahresbericht der Landes-Lehr- und Versuchsanstalt für Landwirtschaft, Weinbau und Gartenbau (LLVA) Ahrweiler, 30-36, Ahrweiler.
- BÜCHS, W., KÜHLE, J. C., NEUMANN, C. & W. WENDLING (1989): Untersuchungen zur Fauna und Flora im Großraum Altenahr - ein Beitrag zur Charakterisierung eines Naturraumes. - Jber. naturwiss. Ver. Wuppertal 42, 225-237.
- FISANG, R. (1988): Geoökologische Untersuchung des Naturschutzgebietes "Ahrschleife bei Altenahr" (Langfigtal) mit Ergänzungen aus der nächsten Umgebung. - Unveröffentl. Diplomarbeit Univ. Bonn, 141 S., Bonn.
- FISANG, R. (1993): 2.2 Das Georelief und die Böden im Naturschutzgebiet "Ahrschleife bei Altenahr". - In: BÜCHS, W. et al. (1993): Das Naturschutzgebiet "Ahrschleife bei Altenahr" (einschließlich angrenzender schutzwürdiger Bereiche) - Fauna, Flora, Geologie und Landespflegeaspekte. Teil I. Beiträge Landespflege Rheinland-Pfalz 16, 85-118, 562-563, 566.
- GEIGER, R. (1961): Das Klima der bodennahen Luftschicht. Ein Lehrbuch der Mikroklimatologie. - 650 S., Braunschweig.
- KAEMPFERT, W. & A. MORGEN (1952): Die Besonnung. Diagramme der solaren Bestrahlung verschiedener Lagen. - Zeitschrift für Meteorologie 6, 138-146.
- KNOCH, K. (1963): Die Landesklimateaufnahme. Wesen und Methodik. - Berichte des Deutschen Wetterdienstes 12, Nr. 85, 64 S., Offenbach.
- KÜMMEL, K. (1950): Das mittlere Alrtal. Eine pflanzengeographisch-vegetationskundliche Studie. - Pflanzensoziologie 7, 192 S., Bonn.
- LANG, R. (1982): Quantitative Untersuchungen zum Landschaftshaushalt in der südöstlichen Frankenalb (= beiderseits der unteren Schwarzen Laaber). - Regensburger Geographische Schriften 18, 277 S., Regensburg.

- LESER, H. & H.-J. KLINK (1988): Handbuch und Kartieranleitung zur Geoökologischen Karte 1:25.000 (GÖK 25). - Forschungen zur Deutschen Landeskunde **228**, 349 S., Trier.
- MORGEN, A. (1957): Die Besonnung und ihre Verminderung durch Horizontbegrenzung. - Veröffentlichung des Meteorologischen und Hydrologischen Dienstes der DDR **12**, 16 S., Berlin (Ost).
- MOSIMANN, TH. (1980): Boden, Wasser, Mikroklima in den Geosystemen der Löß-Sand-Mergel-Hochfläche des Bruderholzgebietes (Raum Basel). - *Physiographica* **3**, 288 S., Basel.
- MOSIMANN, TH. (1984): Landschaftsökologische Komplexanalyse. - Wissenschaftliche Paperbacks Geographie, 115 S., Stuttgart/Wiesbaden.
- SCHIRMER, H. (Bearb.) (1976): Deutscher Planungsatlas, Bd.I: Nordrhein-Westfalen. Lieferung 7: Klimadaten I, II, III (3 Karten mit Erläuterungstext). - Hrsg. von der Akademie für Raumforschung und Landesplanung, Hannover.
- WENDLING, W. (1966): Sozialbrache und Flurwüstung in der Weinbaulandschaft des Ahrtales. - Forschungen zur Deutschen Landeskunde **160**, 146 S., Bonn-Bad Godesberg.
- WINDOLPH, K. (1986): Feldmethoden der Landschaftsökologie. - NLI-Bericht **27**, 123 S., Hildesheim.

Anschrift des Verfassers:

Rainer Fisang
Schmittmannstr. 45
D-53507 Dernau/Ahr