

Über die Temperatur- und Niederschlagsverhältnisse in der Senne

Mit 5 Abbildungen und 4 Tabellen

Walter Schlegel

Die Senne gehört zur nordwestdeutschen Klimaregion. Sie zeigt Merkmale des Übergangs vom ozeanischen Klima Nordwesteuropas zum kontinentaleren Klima Mitteleuropas, wie es schon östlich des Eggegebirges auftritt.

Im folgenden Beitrag sollen die Temperatur- und Niederschlagsverhältnisse in der Senne untersucht werden. Der Untersuchung sind freilich durch eine geringe Zahl von Beobachtungsstationen mit langjährigen Meßreihen enge Grenzen gesetzt. Bei der Analyse spielen die Schwankungsbreite und Schwankungshäufigkeit von Temperatur und Niederschlag sowie die Frage nach Humidität bzw. Aridität im klimatologisch-ökologischen Sinn eine besondere Rolle.

Für die Beurteilung der Temperaturverhältnisse stehen dem Bearbeiter Meßreihen von 1951 bis 1978 der beiden benachbarten Klimastationen Gütersloh (81,4 m über NN) und Bad Lippspringe (142,5 m über NN) sowie eine kürzere Reihe (1957-1978) der Beobachtungsstation Senne II (Sennestadt) der Stadt Bielefeld, alle aufgeführt bei L. MARXCORD 1979, zur Verfügung. Die Beurteilung der Niederschlagsverhältnisse ergibt aufgrund einer größeren Zahl von öffentlichen und privaten Beobachtungsstationen (Angaben vom Deutschen Wetterdienst sowie bei MARXCORD 1979) ein differenzierteres Bild.

Für wertvolle Unterstützung bei der Durchführung der Untersuchung habe ich meinem Mitarbeiter, Herrn AOR Dr. Gerhard MÜLLER, der mich als hervorragender Kenner des Untersuchungsgebietes beraten hat, zu danken. Unter der Leitung von Dr. MÜLLER wurde auch die schriftliche Hausarbeit von L. MARXCORD 1979, in welcher der größte Teil der benutzten Klimadaten gesammelt worden ist, verfaßt. Herr Dr. MÜLLER hat zwischen Februar/März 1979 und Januar 1980 den Betrieb von zwei Thermohygrographenstationen des Faches Geographie der Universität-Gesamthochschule Paderborn in Augustdorf und Hövelhof organisiert und überwacht. Wegen der Kürze der Beobachtungszeit können die Meßreihen freilich in der folgenden Untersuchung nur ergänzend berücksichtigt werden. Herrn Dr. MÜLLER und den beiden Beobachtern

am Ort, Herrn und Frau MARXCORD in Stukenbrock, sei für die Mitarbeit herzlich gedankt.

1. Temperatur

Die **Jahresmittel** der Temperatur (Gütersloh $9,2^{\circ}\text{C}$, Bad Lippspringe $8,8^{\circ}\text{C}$ im Durchschnitt der Periode 1951-1978) sind auffallend hoch. Sie unterliegen jedoch von Jahr zu Jahr einer beträchtlichen Schwankung. Die kältesten Jahre waren in Bad Lippspringe 1952 und 1956, beide mit dem Jahresmittel $7,6^{\circ}\text{C}$, das mit Abstand wärmste Jahr war 1959 mit $10,1^{\circ}\text{C}$. Für Gütersloh lauten die entsprechenden Werte $8,0^{\circ}$ für 1962 und 1963 sowie $10,1^{\circ}\text{C}$ für 1953. Das Ausmaß der Schwankungen zeigt für Bad Lippspringe Abb. 1. Eine für Gütersloh gezeichnete Kurve wäre im Prinzip ähnlich. Glättet man die Temperaturkurve, indem man die Methode gleitender Pentaden-Mittel anwendet, so zeigt sich ein Anstieg des Temperaturniveaus gegen Ende der fünfziger, ein Absinken in der ersten Hälfte der sechziger, ein Anstieg gegen Ende der sechziger und weiterer Anstieg in den siebziger Jahren.

Die mittleren Jahrestemperaturen allein sind freilich ein ungenügender Klimaindikator; zumindest darf man aus ihnen keine weitreichenden ökologischen Schlüsse ableiten*. Niedrige Jahresmittel können sich nämlich ergeben als Auswirkung extrem kalter Winter (1956 Februarmittel $-8,7^{\circ}\text{C}$, 1963 $-7,2^{\circ}\text{C}$ im Januar, $-4,2^{\circ}\text{C}$ im Februar) oder als Folge kühler Sommer (z. B. 1962 mit $14,7^{\circ}\text{C}$ im Juli, $15,2^{\circ}\text{C}$ im August, sämtliche Werte von Bad Lippspringe). Hohe Jahresmittel sind eine Folge milder Winter (1975) oder heißer Sommer (1959, 1975). Aussagekräftiger ist eine genauere Analyse des **Jahresgangs** der Temperatur und seiner Veränderlichkeit, wobei ein besonderes Augenmerk auf die Temperaturen während der Vegetationsperiode zu richten ist. Die **Winter** sind im allgemeinen sehr mild. In nur 8 von 28 Jahren ist das Januar-mittel in Bad Lippspringe niedriger als 0°C , dasselbe gilt für den Februar. Der wärmste Januar war 1975 mit $+6,1^{\circ}\text{C}$; ihm folgten jedoch deutlich kühlere Temperaturen im Februar ($3,1^{\circ}\text{C}$) und März ($4,4^{\circ}\text{C}$). Zwischen 1973 und 1977 hat es in Bad Lippspringe kein negatives Monatsmittel gegeben. Dasselbe gilt für 1951 bis 1953, 1957 bis 1961, 1967 sowie 1971. Die milden Winter sind ein Hinweis auf den ozeanischen Einfluß im Klima der Senne. Es gibt jedoch während der ganzen Beobachtungsperiode von 1951 bis 1978 keinen Winter, in dem sämtliche Monatsmittel über 5°C gelegen hätten; d. h. die Vegetationsperiode wird auf jeden Fall, wenn auch vielleicht nur kurzfristig, unterbrochen. Lang anhaltende Frostperioden sind aber die Ausnahme (Beispiele 1962/63 und 1969/70 mit negativen Monatsmitteln von Dezember bis Februar, sowie

* Bei WERKMEISTER & HEIMER (Landschaftsökologisches Gutachten Dreihausen. Hildesheim 1979) ist das Jahresmittel der Temperatur $8,9^{\circ}\text{C}$ der einzige Indikator für das Thermoklima.

1978/79 mit starkem Frost bis Ende Februar). Das Monatsmittel des März ist immer positiv, dasselbe gilt für November.

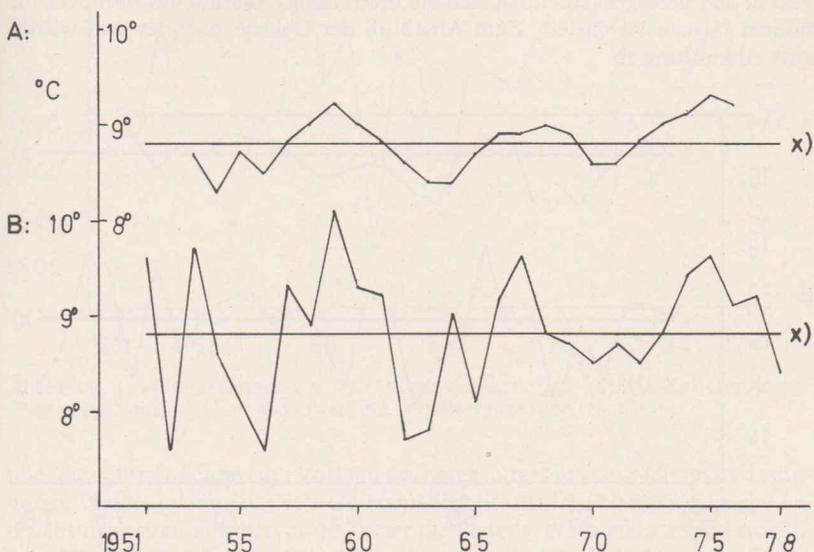


Abbildung 1: Jahresmittel der Temperatur in Bad Lippspringe 1951-1978. A: geglättete Kurve. Formel $(a + b + c + d + e) : 5$; B: ungeglättete Kurve. x) Mittel der Periode 1951/78 ($8,8^{\circ}\text{C}$).

Wichtiger für die Beurteilung des Klimas unter ökologischem Aspekt sind die Temperaturen des **Sommers** bzw., etwas weiter gefaßt, die Temperaturen während der Vegetationszeit. Die Schwankungsbreite der Temperaturmittel der Sommermonate - wärmster Monat ist in der Regel der Juli, nicht selten der August, ausnahmsweise auch Juni (z. B. 1965) oder September (1961) - ist deutlich kleiner als die der kältesten Monate. Der wärmste Monat mit dem niedrigsten Temperaturmittel war der August 1962 mit $15,2^{\circ}\text{C}$, mit dem höchsten Mittel der August 1975 mit $19,8^{\circ}\text{C}$ sowie der Juli 1959 mit ebenfalls $19,8^{\circ}\text{C}$ (Station Bad Lippspringe). Die geringe Schwankungsbreite der Mittel der wärmsten Monate ist ebenfalls ein Zeichen für den thermischen Einfluß des Atlantischen Ozeans. Er ist im Sommer, als Folge einer stärkeren Häufung westlicher Luftströmungen, spürbar stärker als im Winter. Er wirkt sich vor allem durch eine Dämpfung der positiven Extreme aus und führt zur Abflachung des Jahresgangs der Temperatur im Hochsommer (Juni bis August). Der sommerliche Temperaturgang ist indessen von Jahr zu Jahr sehr verschieden. Dies wird deutlich, wenn man die Mittel der Monate Juni bis August (Sommermittel) für die Periode 1951-1978 als Kurve zeichnet (Abb. 2). Die übergeordnete Entwicklung kann wiederum durch Glättung (Formel: $(a + b + c) : 3$; $(b + c + d) : 3$ usw.)

deutlicher herausgearbeitet werden: Die fünfziger Jahre waren durch starke thermische Schwankungen geprägt. In der zweiten Hälfte der sechziger Jahre und in den siebziger Jahren hat sich die thermische Situation des Sommers auf hohem Niveau stabilisiert. Zum Abschluß der Dekade zeichnet sich wieder eine Abkühlung ab.

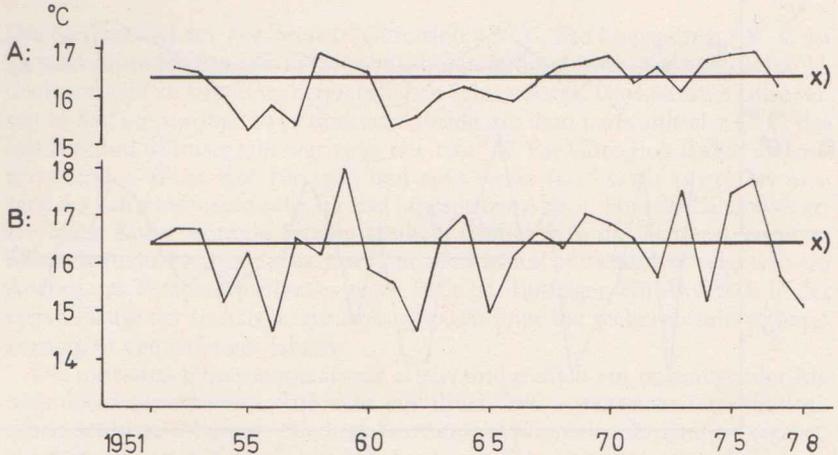


Abbildung 2: Mittlere Sommertemperaturen (Juni-August) in Bad Lippspringe 1951-1978. A: geglättete Kurve. Formel $(a + b + c) : 3$; B: ungeglättete Kurve. ^{x)} Mittel der Periode 1951/78 (16,4° C).

Geht man von der im großen Ganzen wohl richtigen Annahme aus, daß die Vegetation bei uns erst bei Tagesmitteln $\geq 5^\circ \text{C}$ aktiv wird, d. h. in bemerkenswertem Umfang Biomasse produziert, sie in pflanzlichen Organen anlegt und wächst, so bietet wohl die Wärmesumme oberhalb des Niveaus $+ 5^\circ \text{C}$, integriert über die ganze Vegetationsperiode hinweg, einen ökologisch brauchbaren Wert. Da für die Berechnung Tagesmittel nicht zur Verfügung standen, wurden Monatsmittel zugrundegelegt und der Temperaturbetrag, der $+ 5^\circ \text{C}$ übersteigt, zur Ermittlung der jeweiligen monatlichen Temperatursumme mit der Zahl der Tage des Monats multipliziert. Abb. 3 zeigt den Gang der Wärmesumme von 1951 bis 1978 für Bad Lippspringe. Der Mittelwert liegt bei 1806° . Es zeigt sich, daß bei dieser Methode die siebziger Jahre schlechter abschneiden als die zweite Hälfte der sechziger Jahre. Nur die Sommer 1970, 1971, 1975 und 1976 liegen über dem langjährigen Durchschnitt.

2. Niederschlag

Bei den **Jahressummen** des Niederschlags (1951-1970) läßt sich eine Abhängigkeit von der Höhenlage der Meßstation, nämlich eine Steigerung vom Tiefland

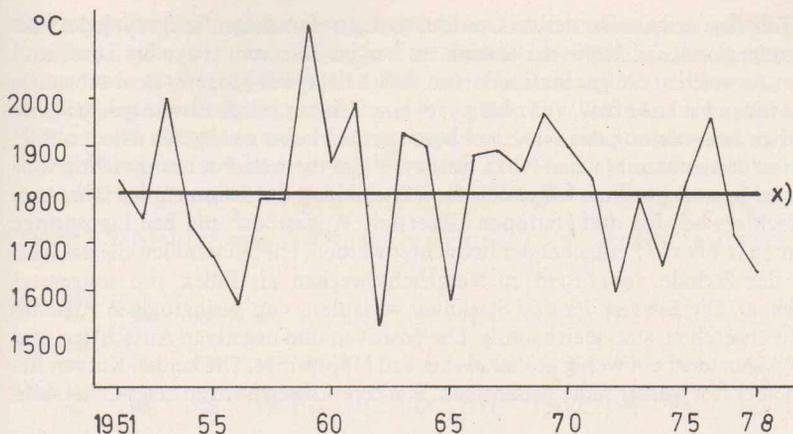


Abbildung 3: Wärmesummen der Vegetationsperioden 1951-1978 in Bad Lippspringe (Tagesmittel über 5° C). x) Mittelwert der Periode 1951-1978 (1806).

über die zentrale Senne zum Vorland des Eggegebirges bzw. zur Höhe des Teutoburger Waldes erkennen. Diese Gesetzmäßigkeit tritt freilich nur bei langen Beobachtungszeiten klar hervor. Je kürzer die Periode, desto mehr zeigen sich lokale Abweichungen von der Regel, welche unter Umständen sogar von einmaligen extremen Witterungssituationen verursacht sein können. Für die makroklimatische Betrachtung sind daher die aus langen Beobachtungsperioden ermittelten Durchschnittswerte von Bedeutung. Sie bestätigen beispielsweise die am Beginn dieses Aufsatzes vorgenommene Einordnung der Senne in den Klimaraum Nordwestdeutschlands (vgl. auch Klimaatlas Nordrhein-Westfalen) und erlauben ihre Charakterisierung als Übergangsregion vom Flachland der Westfälischen Tieflandsbucht zum Weserbergland mit zunehmender Abhängigkeit der Niederschlagsbildung von der Reliefgestaltung. Für eine ökologisch ausgerichtete kleinräumige Klimabetrachtung gewinnen dagegen die örtlichen Besonderheiten sowie vor allem die jahreszeitlichen Unterschiede der Niederschlagsbildung und das Ausmaß der Schwankungen von Jahr zu Jahr an Gewicht. Die Extreme sind es nämlich, welche die ökologischen Grenzen markieren.

Tabelle 1: Der Jahresniederschlag (in mm) in der Senne 1951-1970 und 1971-1977.

Station	Gütersloh 72 m	Bielefeld/Stadt- gärtnerei 108 m	Brackwede 110 m	Senne II 125 m	Bad Lippspringe 151 m	Augustdorf 160 m	Oerlinghausen 212 m
Mittel 1951/60	920	871	911	890	890	880	969
Mittel 1961/70	814	933	899	915	982	955	1053
Mittel 1951/70	867	902	905	903	936	918	1011
Mittel 1971/77	642	760	752	790	766	816	

Quelle: Deutscher Wetterdienst

Tabelle 1 zeigt außer der makroklimatisch gesetzmäßigen Steigerung des Niederschlags mit der Höhe der Station im langen Zeitraum (1951 bis 1970) und dem Abweichen einiger Stationen von dieser Regel bei kürzerer Beobachtungszeit (1951 bis 1960 bzw. 1961 bis 1970) eine offensichtlich für die ganze Senne gültige Entwicklung des Niederschlagsregimes hin zu geringeren Niederschlägen in den siebziger Jahren (1971 bis 1977). Um diese Beobachtung richtig werten zu können, soll im folgenden die Entwicklung der Summen des Jahresniederschlags bei den drei Stationen Gütersloh, Augustdorf und Bad Lippspringe von 1951 bis 1977 eingehender betrachtet werden. Hierzu wird jeweils das Mittel der Periode 1951/1970 zu Vergleichszwecken als Index 100 festgesetzt (Abb. 4). Die Kurven der drei Stationen verlaufen, von geringfügigen Ausnahmen abgesehen, stets gleichsinnig. Die positiven und negativen Ausschläge sind bei Augustdorf ein wenig größer als bei Bad Lippspringe. Die beiden Kurven liegen aber fast immer nahe beisammen. Stärkere Abweichungen zeigt Gütersloh.

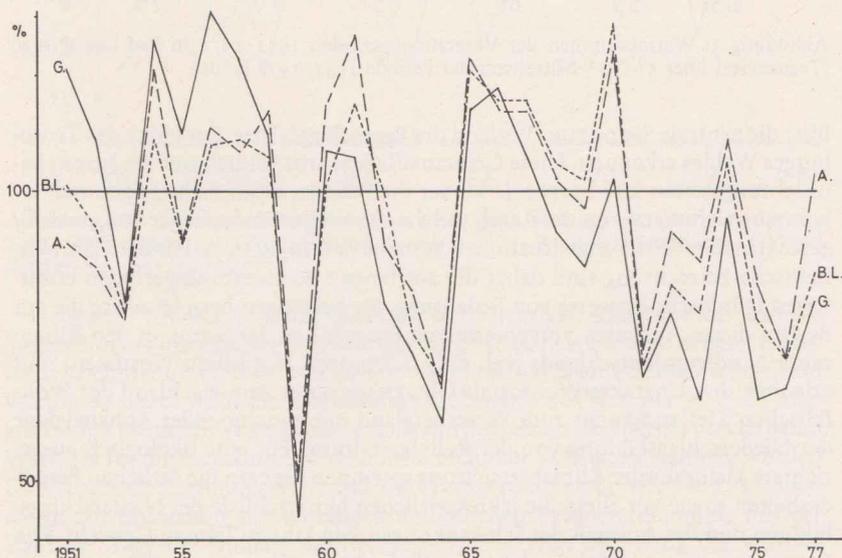


Abbildung 4: Jahressummen des Niederschlags 1951-1977 in Prozent des Mittels der Periode 1951-1970. A. = Augustdorf; B. L. = Bad Lippspringe; G. = Gütersloh.

Es lassen sich drei unterschiedliche Phasen ausscheiden: Von 1951 bis 1958 hat Gütersloh relativ stärkere Niederschläge als die beiden anderen Stationen. Von 1959 bis 1966 sind die Kurven fast identisch. Lediglich die Spitze 1961 fehlt bei Gütersloh. Von 1967 bis 1977 hat Gütersloh einen stärkeren Rückgang als die in der Senne liegenden Stationen. Aber bei allen drei Stationen bleibt der Niederschlag, abgesehen von 1974, bei Augustdorf auch 1977, zwischen 1971 und 1977 unter dem Durchschnitt. Gemessen am langjährigen Mittel tritt somit

mehrere Jahre hindurch ein deutlich spürbares Niederschlagsdefizit auf. In Gütersloh können wir eine Streuung der Niederschlagsspende zwischen 44 % (1959) und 131 % (1956) feststellen (Tab. 2A). Die Zahl der Werte über und unter dem Durchschnitt ist ungefähr gleich groß. Die überdurchschnittlichen Werte treten allerdings zwischen 1951 und 1967, die unterdurchschnittlichen Werte zwischen 1968 und 1977 gehäuft auf. Es läßt sich eine feuchte Periode (1951 bis 1961) von einer trockenen Periode (1962 bis 1977 mit kurzer Unter-

Tabelle 2 A: Niederschlagsschwankungen in Gütersloh (72 m über NN) 1951-1977.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	J.
Summe 1951-60 mm	744	604	560	474	611	798	1254	1016	867	763	711	801	9203
Summe 1961-70 mm	621	594	545	694	674	808	919	713	598	530	680	762	8138
Summe 1951-70 mm	1365	1198	1105	1168	1285	1606	2173	1729	1465	1293	1391	1563	17341
Mittel 1951-70 mm (=100 %)	68	60	55	58	64	80	109	87	73	65	70	78	867

Angaben in %, bezogen auf das jeweilige Mittel der Periode 1951-70 (= 100 %)

1951	125	128	207	150	163	128	78	85	85	15	267	81	121
1952	166	92	131	38	59	99	55	125	111	175	169	108	109
1953	51	137	44	124	73	116	89	123	64	52	27	56	81
1954	100	47	85	50	70	68	252	154	121	222	89	150	126
1955	88	100	118	105	147	94	102	68	178	97	56	178	110
1956	106	38	125	84	56	203	215	120	207	185	93	77	131
1957	134	203	173	16	130	86	119	129	282	60	66	81	123
1958	135	195	53	112	127	105	130	125	59	106	57	104	110
1959	84	8	53	64	34	31	47	39	8	65	43	52	44
1960	104	58	29	84	95	69	63	200	73	197	150	141	107
1961	131	127	71	186	112	94	106	62	48	82	107	158	106
1962	99	110	69	136	105	53	80	82	63	23	40	123	81
1963	38	33	96	74	77	114	50	97	96	62	116	19	72
1964	19	90	55	76	64	38	24	63	90	77	97	60	60
1965	174	52	98	178	108	99	163	69	55	55	111	181	114
1966	84	147	155	136	72	244	97	99	36	66	109	172	118
1967	68	87	156	103	189	96	76	87	81	103	116	146	106
1968	137	47	93	19	116	139	52	103	201	140	46	27	93
1969	90	100	60	169	134	89	93	77	49	37	130	28	87
1970	75	198	138	119	76	46	101	80	100	171	101	63	102
1971	81	53	45	100	38	200	20	80	53	26	77	42	68
1972	22	25	104	76	148	141	96	90	119	17	74	22	79
1973	46	78	56	126	64	16	45	39	58	108	59	101	64
1974	93	70	65	47	95	124	73	61	101	149	96	158	95
1975	94	30	144	90	92	76	32	36	89	31	70	27	64
1976	184	33	38	29	117	43	42	25	81	85	96	45	66
1977	74	128	55	124	66	70	52	115	44	40	168	72	82

Tabelle 2 B: Niederschlagsschwankungen in Augustdorf (160 m über NN) 1951-1977.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	J.
Summe 1951-60													
mm	760	550	522	468	631	751	1105	977	699	818	696	826	8803
Summe 1961-70													
mm	782	707	680	801	857	756	996	883	652	687	818	926	9545
Summe 1951-70													
mm	1542	1257	1202	1269	1488	1507	2101	1860	1351	1505	1514	1752	18348
Mittel 1951-70													
mm (=100 %)	77	63	60	63	74	75	105	93	68	75	76	88	917

Angaben in %, bezogen auf das jeweilige Mittel der Periode 1951-70 (= 100 %)

1951	121	67	157	84	128	56	95	60	63	3	207	67	91
1952	138	62	108	44	46	81	42	76	96	157	161	56	87
1953	62	121	42	78	141	160	59	101	50	40	32	60	78
1954	94	44	75	67	55	40	254	126	135	212	67	141	121
1955	62	78	83	52	115	124	96	58	151	88	30	151	91
1956	92	40	118	78	34	208	189	123	97	163	101	47	111
1957	101	186	142	13	86	80	92	133	27	57	63	85	107
1958	75	203	28	138	139	160	97	137	81	132	38	109	114
1959	92	11	55	78	11	39	41	46	7	75	53	86	50
1960	113	62	62	111	97	53	87	190	76	212	164	136	115
1961	126	124	117	159	145	123	138	94 ^{x)}	91	107	134	167	127
1962	113	146	77	137	115	56	101	91	81	25	34	119	91
1963	39	29	112	68	95	113	72	133	116	68	134	23	83
1964	31	100	53	86	140	39	28	78	71	75	116	60	66
1965	135	68	110	217	112	129	171	73	47	52	107	189	123
1966	82	137	168	130	88	175	108	84	37	72	118	183	114
1967	92	124	162	92	199	99	73	73	90	105	121	161	114
1968	161	48	123	25	93	137	80	104	234	165	37	26	102
1969	117	113	53	195	136	85	57	130	44	52	158	40	97
1970	81	235	158	162	100	52	120	88	149	195	117	84	124
1971	82	75	53	78	31	203	26	63	72	29	114	72	73
1972	14	16	118	117	142	177	110	148	107	23	107	25	93
1973	53	122	65	170	88	29	71	55	74	123	108	117	88
1974	103	87	65	41	93	97	104	81	91	176	111	219	105
1975	119	35	170	106	96	104	85	42	109	44	52	52	85
1976	244	44	48	37	99	47	44	16	75	67	111	48	72
1977	108	156	77	152	68	117	88	66	91	43	207	86	103

x) Der Wert wurde ergänzt durch Vergleich mit der benachbarten Station Wasserwerk V der Stadtwerke Bielefeld. Vgl. Marxcord 1979, S. 34

brechung 1965 bis 1967) unterscheiden. Bei den Stationen Augustdorf und Bad Lippspringe sind demgegenüber die Kurven (Abb. 4) leicht gedreht. Vor 1960 ist es etwas trockener, nachher etwas feuchter als in Gütersloh; die Oszillation des Klimas ist zwar im Prinzip auch erkennbar, sie tritt aber im Vergleich zu Güters-

Tabelle 2 C: Niederschlagsschwankungen in Bad Lippspringe (151 m über NN) 1951-1977.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	J.
Summe 1951-60 mm	774	571	544	503	724	761	1060	968	730	780	688	793	8896
Summe 1961-70 mm	780	723	688	825	846	919	1112	955	575	656	821	920	9820
Summe 1951-70 mm	1554	1294	1232	1328	1570	1680	2172	1923	1305	1436	1509	1713	18716
Mittel 1951-70 mm (= 100 %)	78	65	62	66	79	84	109	96	65	72	75	86	936

Angaben in %, bezogen auf das jeweilige Mittel der Periode 1951-70 (= 100 %)

1951	114	77	124	82	179	80	73	91	103	11	209	78	101
1952	150	82	148	39	58	76	50	72	118	139	149	76	94
1953	73	131	42	106	128	114	59	88	84	56	17	51	79
1954	117	49	58	76	53	42	239	84	140	200	63	129	109
1955	64	77	77	94	105	117	70	77	155	94	44	140	92
1956	83	42	95	89	56	176	188	114	92	154	108	60	108
1957	71	165	137	21	87	87	98	141	292	83	57	100	109
1958	90	198	48	89	120	137	83	164	65	126	44	99	106
1959	104	11	65	65	190	39	57	49	9	65	64	51	50
1960	127	48	76	102	110	46	55	130	63	154	161	138	101
1961	106	109	94	178	132	83	123	80	83	97	148	158	115
1962	118	138	77	129	96	70	176	107	77	19	40	115	100
1963	41	31	105	68	82	108	20	126	102	88	140	21	76
1964	38	102	47	77	72	58	34	80	89	58	113	64	68
1965	159	91	108	205	89	123	201	60	43	49	108	192	121
1966	87	132	200	120	75	165	102	71	37	89	117	202	116
1967	82	98	134	114	211	118	93	81	80	107	140	167	116
1968	153	46	123	242	91	211	88	98	174	165	47	36	105
1969	115	112	56	195	124	75	63	205	42	46	149	40	102
1970	99	252	163	139	99	82	120	85 ^{x)}	158 ^{x)}	208 ^{x)}	119 ^{x)}	84 ^{x)}	129 ^{x)}
1971	82	71	52	71	46	163	18	60	80	32	119	62	70
1972	14	9	82	92	111	154	94	153	138	28	80	27	84
1973	62	97	63	155	78	20	53	42	80	131	88	116	79
1974	94	72	66	33	119	81	96	67	89	207	101	212	105
1975	105	34	137	97	73	73	100	41	97	50	81	58	78
1976	238	40	55	38	81	42	66	21	71	54	93	51	71
1977	88	132	56	126	58	100	51	64	66	40	187	85	86

^{x)} Die Werte der Monate August bis Dezember 1970 wurden im Analogieverfahren ergänzt.

loh etwas gedämpfter auf. Eine Erklärung für diese auffälligen Unterschiede kann noch nicht gegeben werden.

Und nun zu den ökologisch bedeutsameren jahreszeitlichen Differenzierungen des Niederschlagsgangs. Für die drei Stationen Gütersloh, Augustdorf und

Bad Lippspringe wurden die mittleren Monatssummen für die Dekaden 1951 bis 1960 und 1961 bis 1970 sowie für die Periode 1951 bis 1970 berechnet. Die Monatswerte und die Jahressumme des Niederschlags der Periode 1951/70 wurden als Index 100 festgesetzt. An diesem Index lassen sich nun die ebenfalls indizierten monatlichen Niederschlagsmengen der Jahre 1951 bis 1977 sowie die Jahresniederschlagsspenden messen. Das Ausmaß der Streuung und die Regelmäßigkeit bzw. Unregelmäßigkeit der Niederschläge werden sichtbar (Tabellen 2A, 2B, 2C). Bei allen drei Stationen wird ein deutliches Sommermaximum (VII-VIII), ein Frühjahrsminimum (II-IV) und ein schwaches sekundäres Maximum im Spätherbst (XI-XII) sichtbar. Das Niederschlagsregime verrät dadurch kontinentale Merkmale, lediglich der Anstieg der Niederschläge im Herbst weist auf ozeanischen Einfluß hin. Das Verhältnis Minimum : Maximum der Monatsmittel ist bei Gütersloh 1 : 2, bei anderen Stationen ungefähr 1 : 1,75. In diesen Unterschieden wirkt sich wahrscheinlich die verschiedene Höhenlage aus. In Augustdorf und Bad Lippspringe sind nämlich die vorwiegend durch advektive Strömungen verursachten Frühjahrsniederschläge etwas höher, während die vorwiegend als Konvektionsniederschläge fallenden sommerlichen Maxima bei allen drei Stationen ungefähr gleich sind.

Im folgenden soll die Schwankungsbreite der monatlichen Niederschlagsspenden etwas genauer analysiert werden. Bei allen drei Stationen der Tabelle 2 fällt allgemein eine starke Veränderlichkeit auf. Die extremsten Werte liefern die Monate Februar und September:

	Februar	September
Bad Lippspringe	11-252	9-292
Augustdorf	11-235	7-234
Gütersloh	8-203	8-282

Am gleichmäßigsten fallen dagegen die Niederschläge im August.

Am Beispiel der Station Gütersloh wird gezeigt, wie häufig zwischen 1951 und 1970 die Monatssummen des Niederschlags, gemessen am jeweiligen Mittelwert der Periode 1951/70 (= 100 %), in verschiedenen Intensitätsstufen beobachtet werden konnten. Um eine Veränderung zwischen den fünfziger und den sechziger Jahren zu registrieren, werden die Werte der Teilperiode 1951/60 denen der Teilperiode 1961/70 gegenübergestellt (Abb. 5). Das Diagramm bringt das Ausmaß der Streuung zum Ausdruck. Die extremen Abweichungen treten vor allem zwischen 1951 und 1960 auf. Es überwiegen dabei die positiven Extremabweichungen (mehr als das Doppelte des Mittelwerts). Die negativen extremen Abweichungen treten im Winter (Dezember bis Februar), im April sowie im Herbst (September, Oktober) auf, die positiven Extreme im Sommer und Herbst (Juni, Juli, September bis November), wobei Juni, Juli und September besonders stark vertreten sind. Bei der Betrachtung der Gesamtzahl der Abweichungen ergibt sich, daß unterdurchschnittliche Niederschlagssummen (weniger als 100 %) im Sommer und Herbst, vor allem im September und Juni

MONAT	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	JAHR			
%																
0-20		●	○		○	●				○	○		●			
21-40	●	●	●			○	●			●	●	●	●			
41-60	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○			
61-80		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○			
81-100	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○			
101-120		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○			
121-140	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○			
141-160		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○			
161-180	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○			
181-200		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○			
201-220		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○			
221-240		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○			
241-260		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○			
261-280		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○			
281-300		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○			
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
0-100	4	7	6	6	5	7	6	3	6	4	6	7	5	7	3	9
>100	6	3	4	4	5	3	4	7	4	6	4	3	5	3	7	1
TOTAL	20		20		20		20		20		20		20		20	

Abbildung 5: Monats- und Jahressummen des Niederschlags in Gütersloh zwischen 1951 und 1970 nach Größenklassen - Angaben in Prozent, bezogen auf das jeweilige Mittel der Periode 1951-1970 (= 100%). ○ zwischen 1951 und 1960, ● zwischen 1961 und 1970; a Anzahl der Werte zwischen 1951 und 1960, b Anzahl der Werte zwischen 1961 und 1970.

auftreten. Relativ trocken erscheinen auch die Monate Januar bis März. Das Frühjahr (April, Mai) sowie der Spätherbst (Dezember) sind meistens feuchter. Die Trockenheit des Sommers ist in den sechziger Jahren wesentlich stärker ausgeprägt als zwischen 1951 und 1960, ebenso der Niederschlagsreichtum im April und Mai. Auch in den siebziger Jahren (bis 1977) sind, abgesehen von 1972, jeweils mindestens zwei aufeinanderfolgende Sommermonate auffallend niederschlagsarm. Es kommt hinzu, daß jeweils entweder der April oder der Mai unterdurchschnittlich Niederschlag erhält. Damit scheint sich für Gütersloh eine Entwicklung des Niederschlagsregimes zu kontinentaleren Verhältnissen, d. h. relative Verlagerung der Niederschlagstätigkeit zum Frühjahr und größere Trockenheit im Sommer, anzubahnen. Sollte sich dieser Trend fortsetzen, könnte dies empfindliche landschaftsökologische Folgen haben. Bei einer Bewertung der ökologischen Konsequenzen ist zu berücksichtigen, daß ein beträchtlicher Teil der positiven Abweichungen im Sommer eine Folge von Starkniederschlägen (z. B. Juli 1954 und 1965, Juni 1956, 1966 und 1971) ist, von deren Niederschlagsergiebigkeit nur ein kleiner Teil der Vegetation zugute kommt, während größere Anteile oberflächlich abfließen und damit ökologisch unproduktiv, wenn nicht sogar schädlich sind.

Da der Sandboden der Senne eine wenn auch begrenzte Speicherfähigkeit für Niederschlagswasser besitzt, tritt Wassermangel für die Vegetation wohl erst dann auf, wenn die Niederschläge über eine längere Zeit hinweg beträchtlich unterdurchschnittlich sind. In Gütersloh kamen zwischen 1951 und 1970 zwei extrem trockene Jahre vor. 1959 erreichte der Niederschlag von Februar (8%)

bis Dezember nie mehr als 65 % des Normalwerts, im Jahresdurchschnitt nur 44 %. Auffällig trocken waren auch die Monate Mai (34 %), Juni (31 %), August (39 %) und September (8 %). 1964 wurden zwischen März und August 80 % nicht erreicht. Trockenster Sommermonat war der Juli (24 %), feuchtester Monat der Vegetationsperiode der Mai (64 %). Feuchtester Monat des Jahres war der November (97 %), trockenster Monat war der Januar (19 %). Kein Monat erreichte 100 %. Der Jahresdurchschnitt betrug 60 %. In den siebziger Jahren häufen sich Phasen, in denen die Niederschläge im Sommer mehr als 3 Monate lang unterdurchschnittlich bleiben (1971, 1973, 1975-1977). Die Jahreswerte liegen zwar etwas über den Werten der trockensten Jahre 1959 und 1964, aber nur zwei Jahre zwischen 1971 und 1977 übersteigen 80 %, 4 Jahre bleiben deutlich unter 70 % des Mittels 1951/70.

Die an Abb. 4 festgestellte Abnahme der Niederschläge ist in Abb. 5 auch bei der Streuung der Jahresniederschlagssummen zu erkennen. 1951/60 waren noch 8 Werte überdurchschnittlich, davon vier zwischen 120 und 140 %. In der folgenden Dekade (1961/70) ging die Zahl der überdurchschnittlichen Werte auf 5 zurück, die alle zwischen 101 und 120 % des langjährigen Mittelwerts liegen.

Zusammenfassend läßt sich sagen: In den Dekaden 1951/60 und 1961/70 ist jeweils ein Jahr sehr trocken; nach 1970 tritt die Trockenheit etwas gemildert, dafür wesentlich häufiger auf.

3. Humid oder arid?

Daß die Frage in dieser Schärfe gestellt werden darf, ist leicht einzusehen. Bedenkt man, daß es seit 1951 keinen einzigen Monat gegeben hat, in dem der Niederschlag ganz ausgeblieben ist, und daß die wichtigsten Bäche der Senne ganzjährig fließen, so könnte man geneigt sein, das Klima der Senne als humid im klassischen Sinne zu bezeichnen. Wir haben aber bereits festgestellt, daß Trockenheit wiederkehrend über kürzere Zeitabstände auftritt. Das legt den Schluß nahe, daß zur Charakterisierung des Klimas der Senne das Begriffsinventar verfeinert werden muß.

Humidität bzw. Aridität des Klimas werden nicht allein von den jährlichen oder monatlichen Niederschlagssummen bestimmt, sondern auch von der Verdunstung, der Evaporation von Boden und Wasserflächen und der Transpiration durch die Vegetation, zusammengefaßt unter dem Begriff der Evapotranspiration (Landschaftsverdunstung). Das Ausmaß der Evapotranspiration hängt vor allem von der Lufttemperatur (bzw. von der für die Verdunstung zur Verfügung stehenden Wärmeenergie), aber auch von der Luftbewegung und vom Vorrat an verdunstungsfähigem Wasser ab. Als potentielle Evapotranspiration wird die Landschaftsverdunstung bei ausreichendem Angebot an Wasser bezeichnet. Sie kann mit voller Humidität des Klimas gleichgesetzt werden.

Die Feststellung der potentiellen Evapotranspiration auf experimentellem Weg (z. B. mit Hilfe von Lysimetern) wie auf klimatologischem Wege (mit Hilfe empirischer Formeln, in die Werte für Temperatur oder Strahlungsgewinn, Niederschlag, Wind u. a. eingehen) bereitet methodische Schwierigkeiten. Ein verhältnismäßig einfacher Weg der Abschätzung von Humidität bzw. Aridität ist das auf der WANG-WISSMANN-Formel aufbauende Verfahren von JÄTZOLD (1962). Es soll, da hierfür die erforderlichen Daten vorliegen, auf die Stationen Bad Lipspringe und Gütersloh angewandt werden. JÄTZOLD gibt für jedes

Tabelle 3: Feuchte und trockene Monate zwischen 1951 und 1977, berechnet nach der Grenzniederschlagsformel von WANG-WISSMANN (vgl. JÄTZOLD 1962). Tab. 3 A: Gütersloh; Tab. 3 B: Bad Lipspringe.

+ humid, 100 bis 150% d. Grenzniederschlags ○ Grenze humid/arid (Grenzniederschlag) - semiarid, 100% bis 50% des Grenzniederschlags
 ++ vollhumid, 150% des Grenzniederschlags -- vollarid, 50% des Grenzniederschlags

A: Gütersloh 72 m über NN

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1951	++	++	++	++	++	++	++	++	+	--	++	++
1952	++	++	++	-	-	++	+	++	++	++	++	++
1953	+	++	-	++	+	++	++	++	+	-	-	++
1954	++	+	++	-	+	+	++	++	++	++	++	++
1955	++	++	++	++	++	++	++	+	++	++	+	++
1956	++	++	++	++	-	++	++	++	++	++	++	++
1957	++	++	++	--	++	+	++	++	++	+	++	++
1958	++	++	+	++	++	++	++	++	0	++	+	++
1959	++	--	-	+	-	-	+	-	--	+	+	+
1960	++	+	-	+	++	+	++	++	+	++	++	++
1961	++	++	+	++	++	++	++	+	-	+	++	++
1962	++	++	++	++	++	0	++	++	+	--	+	++
1963	++	+	++	+	+	++	+	++	++	+	++	-
1964	-	++	+	+	-	-	-	+	++	++	++	++
1965	++	+	++	++	++	++	++	+	-	+	++	++
1966	++	++	++	++	+	++	++	++	-	+	++	++
1967	++	++	++	++	++	++	++	++	+	++	++	++
1968	++	+	++	--	++	++	+	++	++	++	+	-
1969	++	++	+	++	++	++	++	+	-	-	++	+
1970	++	++	++	++	+	-	++	++	++	++	++	++
1971	++	+	-	++	-	++	--	+	0	--	++	+
1972	-	-	++	+	++	++	++	++	++	--	++	-
1973	+	++	+	++	+	--	+	-	0	++	+	++
1974	++	++	+	-	++	++	++	+	++	++	++	++
1975	++	-	++	++	++	+	-	-	++	-	++	-
1976	++	-	-	-	++	-	-	--	+	++	++	+
1977	++	++	-	++	+	+	+	++	-	-	++	++

B: Bad Lippspringe 151 m über NN

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1951	++	++	++	++	++	++	++	++	++	--	++	++
1952	++	++	++	-	+	+	+	+	++	++	++	++
1953	++	++	-	++	++	++	+	++	+	+	--	++
1954	++	+	+	++	+	-	++	++	++	++	++	++
1955	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	+	++
1956	++	++	++	++	+	++	++	++	+	++	++	++
1957	++	++	++	--	++	++	++	++	++	++	+	++
1958	++	++	+	++	++	++	++	++	-	++	+	++
1959	++	--	+	+	--	-	+	0	--	+	++	++
1960	++	+	++	++	++	-	+	++	+	++	++	++
1961	++	++	++	++	++	++	++	++	+	++	++	++
1962	++	++	++	++	++	+	++	++	+	--	+	++
1963	++	+	+	+	++	++	--	++	++	++	++	-
1964	+	++	+	+	+	+	-	++	+	+	++	++
1965	++	++	++	++	++	++	++	+	-	-	++	++
1966	++	++	++	++	+	++	++	++	-	++	++	++
1967	++	++	++	++	++	++	++	++	+	++	++	++
1968	++	+	++	--	++	++	++	++	++	-	+	+
1969	++	++	+	++	++	+	+	++	-	-	++	++
1970	++	++	++	++	++	+	++	++	++	++	++	++
1971	++	++	++	+	-	++	--	+	+	-	++	++
1972	-	--	++	++	++	++	++	++	++	-	++	-
1973	++	++	+	++	++	--	+	-	+	++	++	++
1974	++	++	+	-	++	++	++	+	+	++	++	++
1975	++	-	++	++	++	+	++	-	+	+	++	++
1976	++	0	+	-	++	-	+	--	+	+	++	++
1977	++	++	+	++	+	++	+	+	+	-	++	++

Monatsmittel der Temperatur eine Grenzniederschlagsmenge an, welche die Grenze zwischen Humidität und Aridität markiert. Beträgt die monatliche Niederschlagspende weniger als 50 % der Grenzniederschlagsmenge, so gilt der Monat als vollarid, zwischen 50 und 100 % ist er semiarid, zwischen 100 und 150 % semihumid, bei größeren Niederschlägen vollhumid. Die Grenze zwischen semi- und vollhumid wird damit begründet, daß hygrophile Pflanzen bei weniger als 150 % des Grenzniederschlagswerts noch Welkungserscheinungen zeigen.

Die Tabellen 3A, 3B und 4 zeigen, daß in der Senne Monate mit einem klimatischen Feuchtigkeitsdefizit vor allem während der Vegetationsperiode sowie im Herbst in überraschend großer Zahl vorkommen. Das Klima der Senne kann nur in sehr eingeschränktem Maß als humid bezeichnet werden. Der Verfasser steht mit dieser Ansicht nicht allein. I. HENNING (1977: 306) stellt mit einer Formel, in welcher Methoden von PENMAN und ALBRECHT kombiniert wer-

Tabelle 4: Ungenügende Deckung des Wasserbedarfs hygrophiler Vegetation in den Jahren 1951-1976, ermittelt mit Hilfe der WANG-WISSMANN-Formel nach JÄTZOLD (1962).

1) Station Gütersloh 72 m

In 26 Jahren war der Monat

in Fäll

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
vollarid	-	1	-	2	-	1	1	1	1	4	-	-
semiarid	2	3	5	4	5	4	3	3	4	3	1	4
Grenze humid/arid	-	-	-	-	-	1	-	-	3	-	-	-
semihumid	2	6	6	5	6	4	5	7	6	6	6	4
Summe	4	10	11	11	11	10	9	11	14	13	7	8

2) Station Bad Lippspringe 151 m

vollarid	-	2	-	2	1	1	2	1	1	2	1	-
semiarid	1	1	1	3	1	4	1	2	4	6	-	2
Grenze humid/arid	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
semihumid	1	4	11	4	6	6	8	5	13	5	5	1
Summe	2	8	12	9	8	11	11	9	18	13	6	3

3) Untersuchungen über den Bodenwasserhaushalt wurden meines Wissens in der Senne bisher noch nicht durchgeführt.

den, für Stationen im größten Teil Deutschlands, darunter auch Münster, ein sommerliches Wasserdefizit fest.

Bedenkt man, daß

1. nicht selten mehrere trockene und nur semihumide Monate unmittelbar aufeinander folgen oder doch gehäuft in einem Jahr auftreten (sog. »trockene Jahre«, z. B. 1959, 1964, 1971, 1973, 1975, 1976 in Gütersloh; vgl. dazu die Tab. 3) und daß
2. der Boden der Senne ein nur geringes Wasserrückhaltevermögen besitzt, so daß, wie Lysimetermessungen der Wasserwerke Bielefeld (vgl. MARXCORD 1979) zeigen, ein hoher Anteil des Niederschlags in das Grundwasser absteigt und somit zumindest für flachwurzelnde Vegetation unerreichbar wird (Untersuchungen über den Bodenwasserhaushalt wurden meines Wissens in der Senne bisher noch nicht durchgeführt), so wird deutlich, daß nicht Wasserüberschuß, sondern Wassermangel ein markantes ökologisches Merkmal, vielleicht sogar das wichtigste Merkmal des Klimas der Senne darstellt. Dies trifft ohne Zweifel auf die sog. trockene Senne mit von Natur aus tiefem Grundwasserstand zu. Es gilt jedoch auch für die sog. feuchte Senne, wenn

durch anthropogene Eingriffe im Zusammenhang mit Flurbreinigungs- oder Überbauungsmaßnahmen der Grundwasserspiegel abgesenkt wird. Derartige Eingriffe mindern in einer Vielzahl von Jahren den Ertrag der landwirtschaftlichen Nutzflächen, wenn nicht frühzeitig Gegenmaßnahmen, z. B. Aufstau von Entwässerungsgräben, ergriffen werden. Sie gefährden aber auch die wenigen noch erhaltenen Feuchtbiotope, wie z. B. das Naturschutzgebiet Langenbergteich im Sander Bruch, in dessen Nachbarschaft ein großes Industriegebiet entstehen soll.

In dem vom Rat der Stadt Paderborn bestellten Gutachten zur Absicherung des Flächennutzungsplans von 1979 im Gebiet Sander Bruch - Dreihäusen (WERKMEISTER und HEIMER 1979) schreiben die beiden Bearbeiter J. TUTE und G. MONTAG (S. 11): »Der Bereich Schloß Neuhaus/Sande gehört mit einer jährlichen mittleren Niederschlagshöhe von 810-830 mm zu den niederschlagsreichsten Gebieten Westfalens und damit zu den regenreichsten Landschaften Deutschlands. Der größte Anteil der Niederschläge entfällt auf den Sommer.« Auf diese beiden in ihrem Aussagegehalt falschen und für eine ökologische Beurteilung völlig ungenügenden Sätze beschränkt sich die Aussage des Gutachtens zum Hyroklima. Dies zeigt in aller Deutlichkeit, wie fachlich inkompetent und mit welcher Fahrlässigkeit die Gutachter die ihnen gestellte Aufgabe angegangen haben. Die Stadt Paderborn und das Regierungspräsidium in Detmold wären gut beraten, wenn sie das Planungsverfahren nochmals aufrollen und neue Gutachten von qualifizierten Landschaftsökologen einholen würden.

Literatur

- ALBRECHT, F. (1962): Die Berechnung der natürlichen Verdunstung (Evapotranspiration) der Erdoberfläche aus klimatologischen Daten. - Ber. d. Deutschen Wetterdienstes, Bd. 11, Nr. 83, Offenbach.
- DEUTSCHER WETTERDIENST (1962): Klimaatlas von Nordrhein-Westfalen. - Offenbach.
- HENNING, J. (1977): Wie feucht ist Deutschlands Klima? - Geogr. Ru., 29, (9): 306-307, Braunschweig (Westermann).
- JÄTZOLD, R. (1962): Die Dauer der ariden und humiden Zeiten des Jahres als Kriterium für Klimaklassifikationen. - Hermann von WISSMANN-Festschrift: 89-108, Tübingen.
- MARXCORD, L. (1979): Die Senne als Entnahmeraum für Trink- und Brauchwasser - eine Untersuchung mit Berücksichtigung hydrologischer und klimatischer Gegebenheiten. - Wiss. Arbeit für die Erste Staatsprüfung für das Lehramt der Sekundarstufe I, Manuskript, Gesamthochschule Paderborn.
- WERKMEISTER, H. F., HEIMER, M. (1979): Landschaftsökologisches Gutachten Dreihäusen. - 67 S., 9 Karten, 4 Tab., 7 Grafiken, Hildesheim u. Bochum.

Anschrift des Verfassers: Prof. Dr. W. Schlegel, Auf dem Bühl 5, D 4791 Borchen-Etteln