

Carinthia II	184./104. Jahrgang	S. 143–156	Klagenfurt 1994
--------------	--------------------	------------	-----------------

# Auswirkungen von Straßenbauten in schutzwürdigen Gebieten Kärntens: der Klimafaktor

Von Regina MATZI

Mit 7 Abbildungen und 4 Tabellen

**Kurzfassung:** In Naturschutzgebieten Kärntens wurden sommerliche Extremtemperaturen und -feuchtigkeiten verschiedener Straßenoberflächen untersucht. Dadurch sollte der mikroklimatisch bedingte Barriereeffekt von Straßen auf die freilebende Kleintierwelt festgestellt werden. Zu diesem Zweck wurde die Änderung der Temperatur- und Feuchteverhältnisse unter wechselnden Bedingungen untersucht. Zusätzlich wurden Tierfunde dokumentiert, Temperaturen der Tiere gemessen und die Verhaltensweisen der Tiere beobachtet. Ergänzend wurde auch der Frage der Bedeutung unterschiedlicher Helligkeitsverhältnisse der Straßenbeläge nachgegangen.

## EINLEITUNG

Auf die freie Landschaft und im besonderen auf die Naturschutzgebiete und bisher wenig belastete Gebiete Kärntens wird durch viele Nutzungsansprüche großer Druck ausgeübt. Da Kärnten ein Urlaubsland darstellt, sind diese Gebiete zur Erholung, als Beispiel für weitgehend unzerstörten Naturraum und für ein harmonisches Landschaftsbild usw., aber auch als Forschungsgebiet für wissenschaftliche und wirtschaftliche Zwecke (GEPP 1975) sehr wertvoll. Schützenswerte Landschaften haben weitreichende tierökologische Auswirkungen (auch für die umliegenden Gebiete). So leben etwa zahlreiche Rote-Liste-Arten in solchen bedrohten Lebensraumtypen. Da es andererseits immer schwieriger wird, extensive, unverschmutzte und unzerteilte Gebiete zu erhalten, ist es bei allen positiven Ansätzen im heutigen Straßenbau sehr bedenklich, daß im ländlichen Bereich derzeit ein Ausbau- und Asphaltierungsschub eingesetzt hat, der von rein ökonomischen Zielen bestimmt ist (Land-, Forstwirtschaft; Freizeit) und auch noch die letzten Nebenstraßen und Feldwege versiegelt werden. Bei der Errichtung von Straßen oder der Änderung von Straßenbelägen wird unter anderem das Mikroklima beeinflusst (KNOFLACHER et al. 1989). Sommerliche Höchsttemperaturen können zu einer Trockenheit führen, die die Straße zu einem steppenhaften Klimatelement machen. Anhand der Messung von Temperatur und relativer Feuchte sollte das sommerliche Mikroklima von Asphaltstraßen und anderen Straßenbelägen in Abhängigkeit von meteorologischen Parametern erfaßt werden. Mit dieser Arbeit soll eine Bewertungsgrundlage für den Rückbau, die Neugestaltung und Errichtung von Straßen in ökologisch empfindlichen Gebieten geboten werden.

## BESCHREIBUNG DER UNTERSUCHUNGSGBIETE

Die Meßorte lagen in Naturschutz- und Vogelschutzgebieten und an Trockenstandorten sowie zum Vergleich in Tal-, Riedel- und Kammlagen (siehe Tab. 1). Dabei wurde auf eine von der Landwirtschaft nicht zu stark beeinträchtigte Umgebung geachtet. Gemessen wurde möglichst an Straßen in Mischwaldgebieten, neben natürlichen Wiesen und strukturreichen Hecken. Abbildung 1 zeigt die Durchschneidung eines Naturschutzgebietes durch eine Asphaltstraße.

Tab. 1: Liste der Orte mit den für die Untersuchung ausgewählten Straßen und Anzahl der Meßreihen von Temperatur und relativer Feuchte am Standort

Nr.	Ort	Gebietsstatus	Meßreihen
1	Enzelsdorf	Tallage	11
2	Faak am See	Tallage	2
3	Finkensteiner Moor b. Faak	Tallage, Naturschutzg.	8
4	Goding/Koralpe	Kammlage	4
5	Granitztal	Tallage, Trockenraseng.	31
6	Großedlinger Teich b. St. Stefan	Tallage, Vogelschutzg.	4
7	Höfleinmoor b. Ebenthal	Riedellage, Naturschutzg.	11
8	Johannesberg b. St. Paul	Riedellage	10
9	Kamp	Kammlage	9
10	Keutschacher Moor	Tallage, Naturschutzg.	5
11	Kömmel b. Neuhaus	Riedellage	3
12	Krapflhofteich b. St. Paul	Tallage, Vogelschutzg.	4
13	Lanzendorfer Moor b. Poggersdorf	Tallage, Naturschutzg.	6
14	Lavantteich b. St. Paul	Tallage, Naturschutzg.	12
15	Lavantweg b. Mühlendorf	Tallage	6
16	Preitenegg	Kammlage	6
17	Rußenkreuz b. Lavamünd	Riedellage	14
18	St. Margarethen b. Bleiburg	Riedellage	10
19	Theklagraben b. Wolfsberg	Kammlage	8
20	Watzelsdorfer Moor b. Völkermarkt	Tallage, Naturschutzg.	5

In Kärnten ist das Sommerwetter überwiegend von West- und Hochdrucklagen geprägt (TROSCHL 1980), die meist schönes Strahlungswetter und dabei die höchsten Temperaturen des Jahres verursachen. Es gibt drei charakteristische, der Seehöhe zuzuordnende Temperaturstufen. Die zugehörigen Monatsmittel (TSCHERNÜTTER 1983) und monatlichen Temperaturextreme (TROSCHL 1980) zeigt Tabelle 2.

Tab. 2: Beispielhafte Klimadaten aus den Untersuchungsgebieten

Höhenlage	Ortsbeispiel	Monatsmittel [°C]			Mittl. Temp.extreme [°C]		
		Juli	Aug.	Sept.	Juli	Aug.	Sept.
– Tal- und Beckenstandorte	Klagenfurt	18,4	17,5	13,9	31,4	30,6	26,6
	St. Paul/Lav.	17,8	17,2	13,6	31,7	31,1	27,2
– Riedel und niedrigere Rücken	St. Urban/Feldk.	16,4	15,6	11,9	28,8	28,0	23,7
– mittlere Kammlagenstufe	Preitenegg	14,9	14,4	11,3	26,6	25,3	22,1



Abb. 1: Straßenführung im Naturschutzgebiet Keutschacher Moor (Untersuchungsgebiet Nr. 10, 17. 8. 90, 506 m Seehöhe; siehe Kap. 3)

## MESSTMETHODIK

Der Aufnahmezeitraum für die Meßwerte waren die Sommermonate Juli bis September 1990 und die Monate Juli/August 1991. Das Mikroklima wird anhand von Temperatur und relativer Feuchtigkeit dargestellt.

Zur Temperaturmessung dienten das elektronische Widerstandsmeßgerät *hygrotest* Type *testo 6400* der Firma *TESTOTERM* (Meßfühler mit angeschlossener Meßspitze) und ein Pyrometer der Firma *SCHENK*. Die Temperatur der Beläge wurde bestimmt, indem der Meßkopf des elektronischen Widerstandsthermometers mit direktem Kontakt auf die Oberfläche aufgelegt wurde. Die Fehlerschwankung (ohne Apparatefehler) beträgt etwa  $0,5^{\circ}$  C. Die Temperatur der Umgebungsluft wurde mit seitlich hochgestrecktem Arm über einer Wiese und im Schatten gemessen. Die Meßhöhe mit dem Strahlungs-pyrometer betrug etwa einen Meter (kein direkter Kontakt mit der Bodenoberfläche). Die Messung der Körpertemperaturen erfolgte mit dem Einstechfühler, der nach Möglichkeit in das Körperinnere des verendeten Tieres eingeführt wurde. Ansonsten wurde die Messung im direkten Kontakt mit der Oberfläche des Tieres durchgeführt.

Die Feuchtigkeitsmessungen wurden mit demselben Meßgerät *hygrotest* mit NTC-Feuchtigkeitsmeßkopf und einem Haarhygrometer der Firma *FISCHER* ausgeführt (Fehlerschwankung ca. 10%). Sie wurde in der Meßhöhe von etwa 0,5 Zentimetern bestimmt. Die Helligkeitsmessungen wurden mit einem *Luxmeter* der Firma *CONRAD Electronic Type Voltcraft* ausgeführt. Die Meßpunkte für diese Messungen konnten bei den Asphalt- und Schotterstraßen aufgrund ihrer Homogenität sehr exakt und repräsentativ festgelegt werden. Bei Graswegen bedingen erdiger Untergrund und unterschiedlich dichter Pflanzenbewuchs eine Streuung der Meßergebnisse.

Zur Bestimmung der Exposition diente ein Marschkompaß der Firma *DOMATIC*, wobei der Straßenverlauf vom Meßpunkt bis zur nächsten Kurve als Peilrichtung genommen wurde. In Kurven selbst wurde als Peilrichtung die Tangente an die Kurve im Meßpunkt gewählt. Die Straßensteigung wurde mit einem nach dem Prinzip der Winkelmessung selbstkonstruierten Steigungsmeßgerät mit Winkel- und Prozentangaben mit einer Fehlerschwankung von etwa 2% vermessen. Die Klassifizierung des Asphaltes in einzelne Helligkeitsstufen wurde durch eine Albedomessung mit einem Pyradiometer der Firma *SCHENK*, Type 8111, vorgenommen.

## VERGLEICH DER TEMPERATURMESSMETHODEN

Im Sommer 1990 stand zur Messung ein Widerstandsthermometer mit angeschliffener Meßspitze zur Verfügung. Die Kontaktfläche mit dem Boden betrug dabei etwa 15 mm<sup>2</sup>. Diese Messung wurde ohne Strahlungsschutz durchgeführt. Vergleichsmessungen mit einem Pyrometer zeigten höhere Werte, wobei die Differenzen durch den fehlenden turbulenten Austausch erklärbar sind.

### Variable Meßhöhen bei der Temperatur- und Feuchtigkeitsmessung

Bei Temperaturprofilmessungen an Asphaltstraßen wurde gefunden, daß Belagslöcher maximal 2,5° C höhere Temperaturen als die Oberfläche zeigen. Mit dem Abstand von der Bodenoberfläche (0,5; 1,0; 1,5 cm) nimmt die Temperatur ab. An einem Erd-/Schotter-Weg im Waldrandbereich wurde außer am Morgen und Abend eine Temperaturzunahme bis in die Höhe von 1,5 cm festgestellt.

Der Vergleich der relativen Feuchtigkeit des Bodenbelags und der Luft in 0,36 m Abstand von der Bodenoberfläche ergab das Bild, daß die Oberfläche bei Asphaltstraßen im gesamten Tagesverlauf trockener als die Luft, bei Schotterstraßen zumeist etwas feuchter ist.

## ERGEBNISSE MIKROKLIMATISCHER MESSUNGEN

In diesem Kapitel wird dargestellt, wie die Meßwerte der Straßenoberflächen mit meteorologischen Standardparametern korrelieren. Die Zahlenangaben beziehen sich auf den Zeitpunkt der Extremwerte (wenn nicht anders angegeben).

### Tageszeitlicher Temperatur- und Feuchtigkeitsgang an Straßen in Abhängigkeit von der Witterung

Der kälteste Zeitpunkt für die Straßenoberfläche war der Sonnenaufgang um 6 Uhr, der wärmste war zumeist 14 Uhr. Der Zeitpunkt der maximalen Temperatur fiel im allgemeinen mit dem der minimalen relativen Feuchte zusammen. Temperatur- und Feuchtigkeitskurven verlaufen asymmetrisch (Abb. 2). Die Speicherfähigkeit des Bodens bewirkt eine verzögerte Abkühlung.

Abbildung 3 zeigt die Temperaturkurven bei unterschiedlichen Witterungs- und Bewölkungsverhältnissen. Die Differenzwerte zum sonnigsten Tag am selben Straßenstück betragen nicht mehr als 4° C, was auf den großen Einfluß der diffusen Strahlung zurückzuführen ist. Die relative Feuchtigkeit war an bewölkten Tagen bis zu 35% höher.

### Einflüsse der Straßenumgebung und der Seehöhe

Bei Messungen an Straßen mit der Umgebung Gras, Moor, Hecke, Acker, lockere Allee oder Wald zeigte sich, daß das ausgeglichene Mikroklima bei dichtgeschlossenen Alleeen, Hecken oder Schilf auftritt. Die extremsten Differenzen erhält man beim Vergleich der Umgebungen Wald und Gras. Dabei wurde im Wald eine maximal um etwa 8° C kühlere Temperatur und um 23% höhere relative Feuchte festgestellt. Außerdem war es häufig, daß die Maxima im Wald zeitlich verschoben zu denen außerhalb des Waldes auftraten.

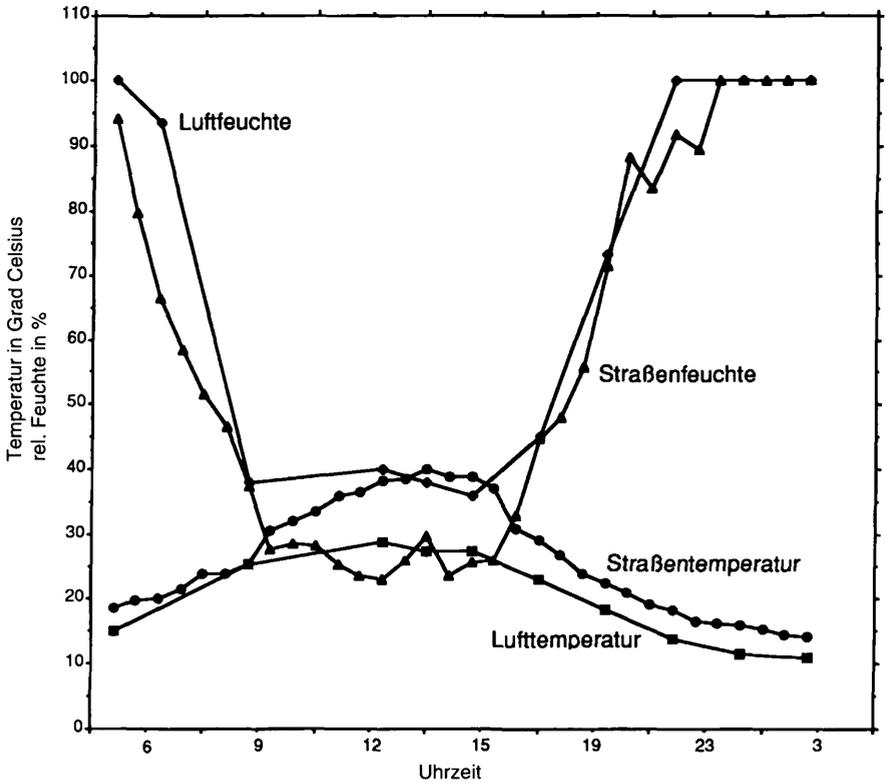


Abb. 2: Beispiel für den Tagesgang von Temperatur und relativer Feuchtigkeit (Lavantteich, Nr. 14, 23./25. 7. 90, diesig)

Das jeweilige Material des Straßenbanketts ist ausschlaggebend für dessen Temperatur- und Feuchtigkeitsentwicklung. Der Rand ist üblicherweise kühler als der Straßenbelag. Sandränder konnten jedoch bis zu 10° C höhere Temperaturwerte zeigen. Grasränder sind abends und in der Früh höher temperiert, weil die Vegetation gegen die Abstrahlung Schutz bietet (MATZI, in Druck). Der Asphalt war (außer bei Sandrändern) generell trockener als das Randmaterial. Die Differenzen betragen je nach Witterung zwischen 8 und 14% an trockenen Tagen sowie zwischen 10 und 30% an regnerischen Tagen. Damit herrschen an den Rändern die klimatisch günstigeren Bedingungen, wodurch eine Trennungswirkung für die Tiere erhöht werden kann, da sie sich kaum über die Straße wagen.

Der Einfluß der Seehöhe zeigte sich v. a. darin, daß die relative Feuchtigkeit von Asphaltbelägen in großen Höhen bis zu 21% (Durchschnittswert: 11%) höher war. Im Monat August hatten die Asphaltstraßen bei sonniger Witterung in den Tallagen eine durchschnittliche Temperatur von 37° C, in mittleren Höhen von 36° C und in den Kammlagen von 32° C.

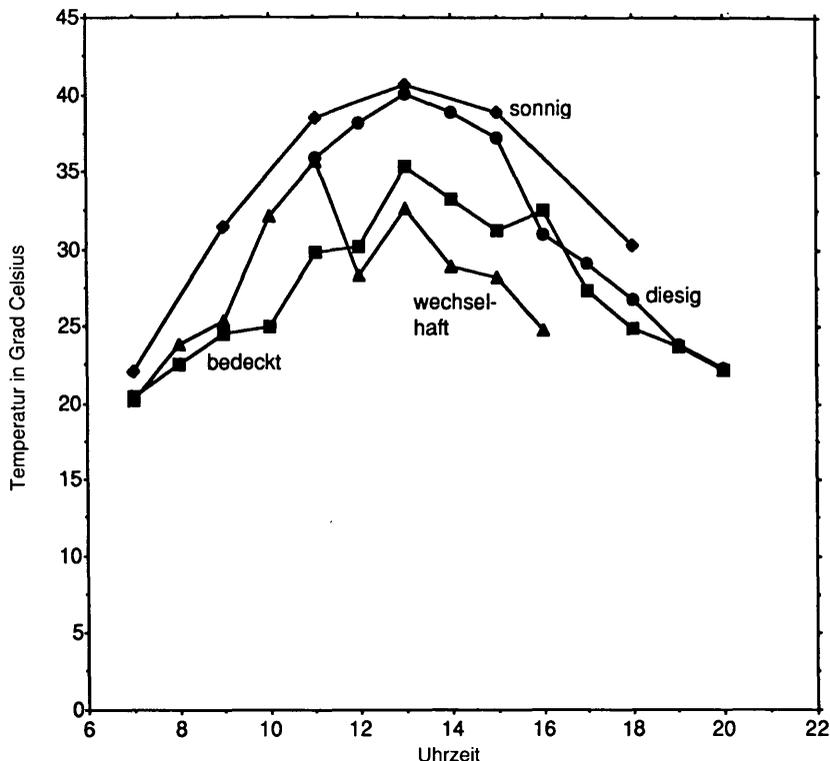


Abb. 3: Vergleich von Temperaturkurven bei unterschiedlichen Witterungsverhältnissen (Lavant-  
teich, Nr. 14, 23./24./25. 7. 90; Großedlinger Teich, Nr. 6, 4. 8. 90)

### Einfluß von Straßensteigung und Exposition

Beim Vergleich an drei Meßpunkten mit demselben Straßenbelag wurde an einem Meßpunkt mit 18% Steigung, Exp. O23S maximal 36,1° C gemessen. Da tagsüber die Straßenexposition für die Erwärmung ausschlaggebend ist, zeigten zwei weitere Meßpunkte trotz geringerer Steigung höhere Temperaturen. So wurden 37,3° C am Stück mit 12% Steigung, Exp. N130 und 37,0° C am Stück mit 5% Steigung, Exp. N10 gemessen. Es traten auch zeitliche Verschiebungen der Temperaturmaxima von einem steilen gegenüber einem flacheren Straßenteil auf.

Für die relative Feuchtigkeit wurden zur Zeit des Feuchteminimums am stärker erwärmten geneigten Asphalt durchschnittlich um 5% rF geringere Werte gemessen als am flachen Stück.

### VERGLEICHE VON STRASSENTYPEN UND STRASSENBELAGSTYPEN

Landstraßen werden in Hochleistungsstraßen, Hauptverkehrsstraßen und in Sammel- und Erschließungsstraßen eingeteilt (BLUMER 1977, RLW 1975). Je

nach Straßentyp gibt es unterschiedliche Mindestmaße in der Profillbreite zwischen 2,5 und 26 m. Als Straßenbelag wird am häufigsten Technischer Asphalt verwendet. Aufgrund des stark variierenden Mineralstoffanteils mußte dieser mittels Albedomessung in mehrere Helligkeitsstufen klassifiziert werden.

### Vergleich von Straßentypen

Der Barriereeffekt für die Tierwelt wurde mit Zunahme der Straßenbreite drastischer, da in verstärktem Maße auch flugfähige Tiere zu Schaden kommen. Die Zahl der getöteten oder verletzten Tiere übertrifft dabei jene von Stadtgebieten (vgl. GEPP 1987). Es schien der Effekt aufzutreten, daß durch sehr breite Straßen die Isolationswirkung verstärkt wird, da die Wahrscheinlichkeit der versuchten und überdies erfolgreichen Querung gering war. An Nebenstraßen dagegen war weniger die Isolationswirkung als vielmehr die Gefährdung und Ausrottung von Tierpopulationen (z. B. Amphibien) durch den Straßenverkehr gegeben, weil das Habitat zu stark beeinträchtigt war. Daher konnte der Schluß gezogen werden, daß selbst die Errichtung von Radwegen einen Effekt zeigt.

### Vergleich von Straßenbelägen

Gemessen wurden sowohl vollflächig asphaltierte Straßen als auch eine in Form eines asphaltierten Spurweges errichtete Straße. Es wurden weitere im ländlichen Wegebau übliche Straßenbeläge gemessen: Macadam (helle, hohlraumreiche Schotter-/Splitt-Decken mit Lehm oder Bitumen als Bindemittel), Erd-/Schotter und Gras (DIN 55946, WEHNER et al. 1977, BLUMER 1977). Macadamwege zählen mit Bitumen als Bindemittel zu den Asphaltstraßen.

Am Asphalt wurde mit 42,9° C am 14. 8. 90 und am 12. 7. 91 mit 46,0° C die höchste Temperatur festgestellt. Mit dem Pyrometer wurde sogar eine Maximaltemperatur von 58,1° C (11. 7. 91) gemessen (s. Kap. Vergleich der Temperaturmeßmethoden). Da vor allem Sand sich stark erwärmen kann (BORCHERT 1978), lautet die weitere Reihenfolge der Maximalwerte bei der Temperaturmessung: Grasweg (38,4° C; 4. 8. 90) und Erd-/Schotter-Weg (37,9° C; 3. 8. 90). Die niedrigste Temperatur zeigte mit 33,7° C (24. 8. 90) eine Macadamstraße. Asphalt zeigte auch die minimale relative Feuchtigkeit (19,8%; 23. 7. 90). Ein Erd-/Schotter-Weg hatte wenigstens 25,1% rF (31. 7. 90), ein Grasweg 30% (4. 8. 90). Eine Macadamstraße war mit 34% (30. 8. 90) am feuchtesten.

### Vergleich unterschiedlicher Asphaltbeläge

Die größten Temperaturdifferenzen waren um die Zeit des Maximums zu finden (bis ±3,5° C). Aus den gesamten Messungen ließ sich kein einheitlicher Trend feststellen, welche Straßenhelligkeit feuchtere Verhältnisse bedingt.

Die Untersuchung eines asphaltierten Spurweges (mit Trockengras und mit Gras als Mittelstück im Vergleich mit einem vollasphaltierten Kreuzungsstück) ergab, daß die Spurwege ähnlich hohe Temperaturen wie der vollflächige Asphalt erreichen. Der Maximalwert der Temperatur wurde im Mittelteil des Trockengrasweges, der Minimalwert im Mittelteil des Grasweges gemessen. Die relative Feuchtigkeit war am vollflächig asphaltierten Weg am niedrigsten und am Spurweg mit Gras am höchsten. Die Abbildungen 4 und 5 zeigen Temperatur und Feuchte im Straßenprofil.

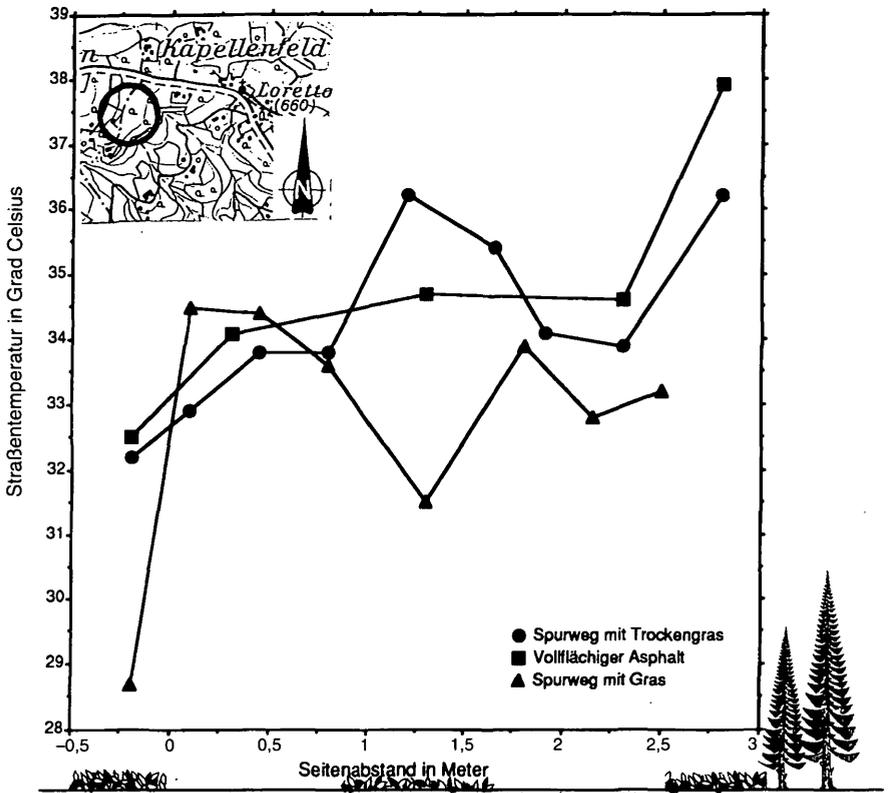


Abb. 4: Temperaturprofile von asphaltierten Spurwegen (3 Meßbereiche) mit Lageplan (Gutenberg, 4. 9. 91; Kartengrundlage ÖK 164)

### Vergleich von Asphalt- und Macadamdecken

Macadambeläge waren zur Zeit der Maximaltemperatur zwischen 1 und 4,5° C, am Abend bis 11° C kühler. Dabei waren sie im Schnitt um 10% feuchter. Macadamdecken in großer Seehöhe zeigten ebenfalls geringere Temperaturen und höhere Feuchtigkeitswerte als Asphaltbelag. Tabelle 3 zeigt die Temperatur und relative Feuchte einer Asphalt- und Macadamdecke.

Tab. 3: Vergleich der (1) Temperaturen [in °C], [Granztal, Nr. 5, 24. 8. 90] und (2) relativen Feuchtigkeiten [in %], [Rußenkreuz, Nr. 17, 10. 9. 90] von Asphalt- und Macadambelag

(1) Uhrzeit	T (Asphalt)	T (Macadam)	T (Luft)	(2) Uhrzeit	rF (Asphalt)	rF (Macadam)	rF (Luft)
9.00	15,2	20,5	15,2				
10.00	24,4	24,9	17,5	10.00	75,0	85,2	84,0
12.00	33,2	29,1	22,1	12.00	67,0	77,5	78,5
14.00	36,6	32,3	22,1	14.00	66,4	80,7	77,0
15.00	37,3	32,9	24,0	15.00	62,5	74,5	76,0
16.00	36,8	30,7	21,9	16.00	64,6	72,7	78,5
18.00	31,6	25,4	19,5	17.00	72,1	74,7	77,0
19.00	29,8	19,2	17,3				

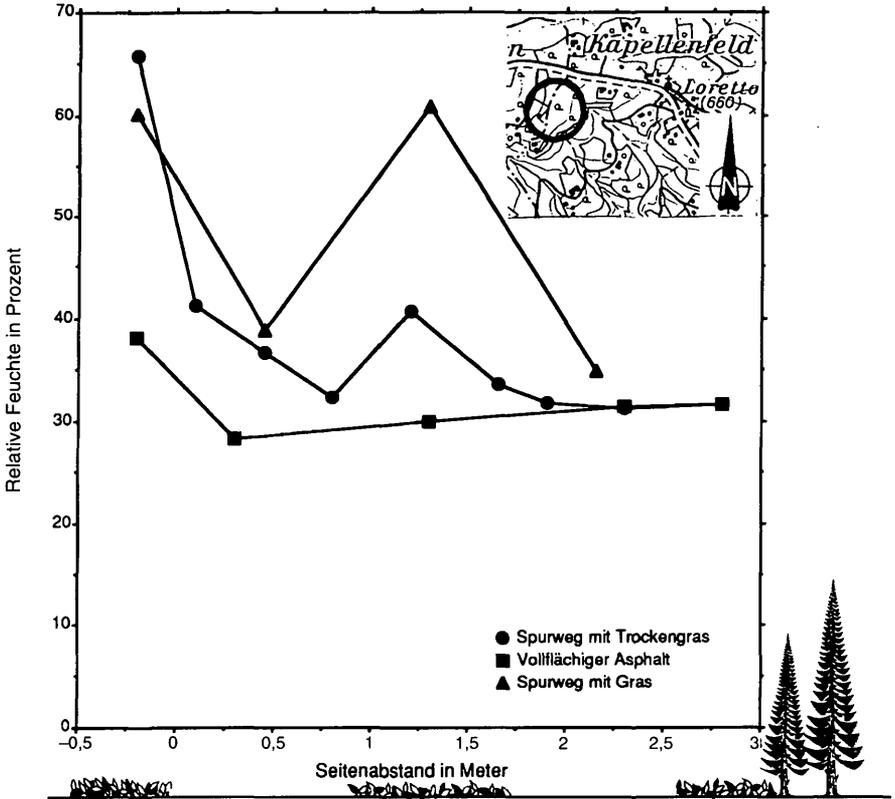


Abb. 5: Feuchtigkeitsprofile von asphaltierten Spurwegen (3 Meßbereiche) mit Lageplan (Gutenberg, 4. 9. 91; Kartengrundlage ÖK 164)

### Vergleich von Asphalt- und Erd-/Schotter-Wegen

Da Asphaltstraßen nachts am stärksten auskühlen, können auf Erd-/Schotter-Wegen bis Mittag bis zu 5° C höhere Temperaturen gemessen werden. Danach ist die Erhitzung des Asphaltes stärker. Die Erd-/Schotter-Straße ist im allgemeinen feuchter, kann aber aufgrund der Sandstruktur trockener als Asphalt werden (Abb. 6).

### Vergleich von Asphalt- und Graswegen

Grasdecken zeigen im Vergleich große absolute Differenzen bis zu -13° C bzw. +24% rF. Die durchschnittlichen Temperaturdifferenzen im Tagesverlauf sind mit Werten zwischen -3,5 und -6,5° C eher gering. Die Differenzen der Feuchtigkeitswerte zu Asphalt sind bei Grasdecken im Durchschnitt mit etwa +16% am größten von allen gemessenen Belägen.

## ERGEBNISSE DER HELLIGKEITSMESSUNGEN

Für die Bestimmung wurde angestrebt, einerseits die Differenz zwischen besonnten und beschatteten Flächen festzustellen und andererseits mehrere Belagsarten in ihren Helligkeitswerten zu vergleichen. Die Flächen wurden jeweils mit 0,5 m Abstand vom Boden gemessen. Die Maximalwerte der Tabel-

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter [www.biologiezentrum.at](http://www.biologiezentrum.at)  
 le 4 wurden bei Sonnenhöchststand aufgenommen, die Durchschnittswerte als Mittel aller Messungen des jeweiligen Belages (bei sonniger Witterung) berechnet. Daraus ist ersichtlich, daß die Helligkeit der Schotterstraßen über der von Asphalt und Gras liegt. Das Verhalten der Tiere eindeutig der Helligkeit der einzelnen Straßenbeläge oder den verschiedenen Temperaturbereichen zuzuordnen, ist nicht möglich. Es wurde in einigen Fällen (v. a. Käfer, Raupen) allerdings ein Aufsuchen des Schattens beobachtet.

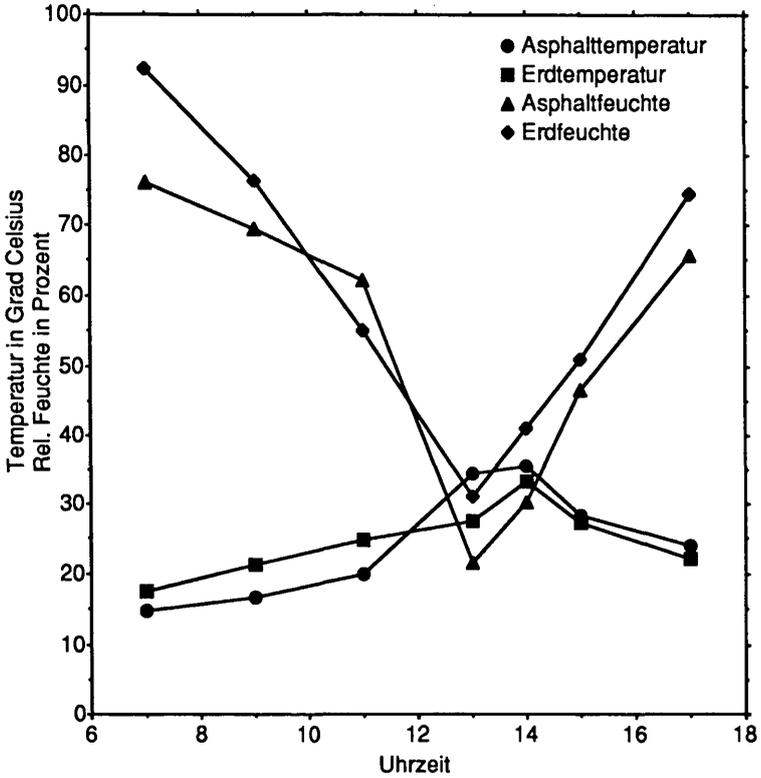


Abb. 6: Vergleich der Oberflächentemperatur und relativen Feuchte eines Asphalt- und eines Erd-/Schotter-Weges (Höfleinmoor, Nr. 7, 21. 8. 90)

Tab. 4: Vergleich von Minimal-, Maximal- und Durchschnittswerten der Helligkeit für verschiedene Straßenbeläge

Helligkeitswerte [Lux]	Schotter	Asphalt (mitteldunkel, hell)	Gras
Maximalwert besontt	20.000	14.000	6.500
Minimalwert besontt	2.200	1.400	300
Durchschnittswert besontt	14.000	8.000	4.500
Durchschnittswert beschattet	4.000	2.500	2.000

## ERGEBNISSE DER TIERBEOBACHTUNGEN

Zur Untersuchung der tierökologischen Auswirkungen des Straßenklimas wurden die Verhaltensweisen der Tiere aufgezeichnet. Außerdem wurden die Tierfunde dokumentiert und an einzelnen Exemplaren die Temperaturen gemessen. Tierbeobachtungen wurden bis zu 100 m Entfernung vom Meßpunkt durchgeführt. Im gesamten wurden etwa 250 Tierindividuen beobachtet, davon der Großteil lebend. Wie aus Abbildung 7 ersichtlich, waren am häufigsten „sonstige Insekten“ zu sehen. Unter „sonstige Insekten“ sind hier alle Insekten außer Käfern, Ameisen und Raupen zu verstehen. Letztere wurden aufgrund ihrer Häufigkeit und Bedeutung eigens aufgelistet. Überfahren wurden v. a. Regenwürmer, Käfer, „sonstige Insekten“ und Mollusken. Bei den verendet und auch lebend gefundenen Tieren sind „sonstige Insekten“ und Käfer am stärksten vertreten.

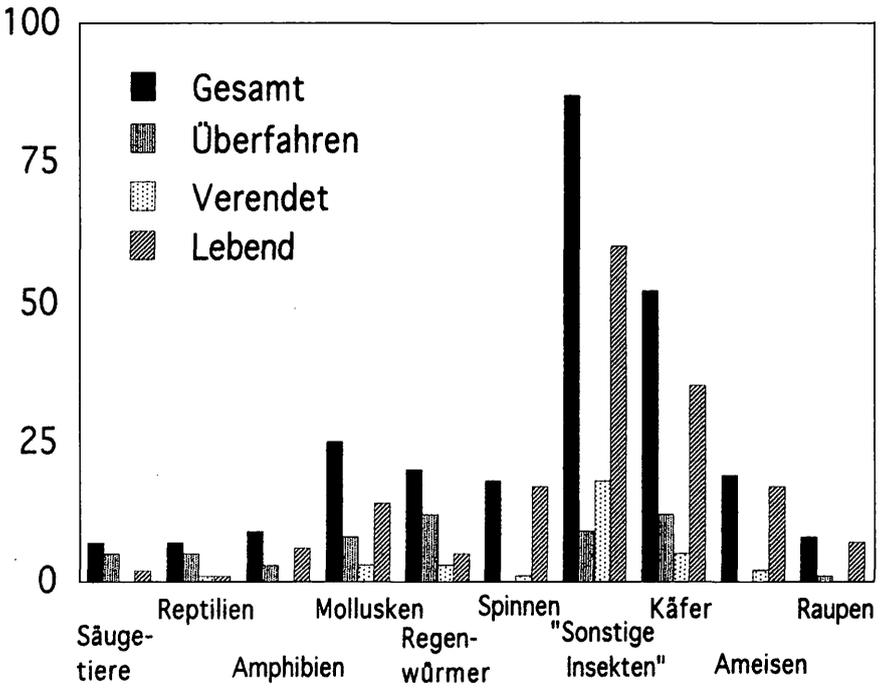


Abb. 7: Anzahl der beobachteten Tiere je Gruppe in den Untersuchungsgebieten Nr. 1-20

Bei den Temperaturmessungen zeigte sich, daß die poikilothermen Schnecken, Raupen und Heuschrecken geringe Differenzen zur Temperatur der Straße aufweisen. Um die Mittagszeit sind sie allerdings etwas höher. Diese Unterschiede bewegen sich zwischen 0,3 und 7,2° C.

Tiere zeigen verschiedene Verhaltensauffälligkeiten, wenn sie im Bereich der heißen und trockenen Straßen sind:

- 1 erhöhte Aktivität (Fluchtverhalten: Insekten, Säugetiere);
- 2 häufigeres Rastverhalten bzw. Verlangsamung (zunehmend mit Länge der Wegstrecke);
- 3 Schattensuche (in Schattenbereichen der Straße, z. B. Splitt, und des Straßenrandes);
- 4 Meiden oder Aufsuchen der Extrembezirke zu bestimmten Tageszeiten oder bei bestimmten Witterungsbedingungen (Besonnung: Insekten, Reptilien; sehr trocken und heiß: keine Mollusken, Insekten, Regenwürmer, Amphibien; Querung bei sehr feuchten Bedingungen: Mollusken, Amphibien, Regenwürmer);
- 5 Streßerscheinungen.

Diese Punkte gelten für alle Straßenbeläge. Allerdings sind die Verhaltensauffälligkeiten bei nicht asphaltierten Wegen, wie z. B. das Meiden und auch Aufsuchen dieser Straßen, nicht so ausgeprägt, da sie weniger trocken und heiß sind. Durch den häufig vorhandenen Pflanzenbewuchs in der Straßenmitte wird ein sehr guter Schutz, nicht nur vor der Hitze, sondern auch als Versteck geboten. Ein Unterschied ist auch die grobkörnigere Struktur der Straßen. Feuchteliebende Tiere (Regenwürmer, Amphibien, Mollusken) haben wegen dem hohen Sand- und Splittanteil auffallende Schwierigkeiten bei der Querung. Dahingegen können im besonderen lockere Schotter- und Graswege als Lebensraum für Insekten und Amphibien (Tümpelbildung) dienen. Generell hat sich gezeigt, daß die Barrierewirkung durch feuchte Verhältnisse herabgesetzt wird.

## ZUSAMMENFASSUNG

Aus den Klimamessungen ergab sich, daß die Faktoren Witterung, Umgebung, Seehöhe und Straßenbelag ausschlaggebenden Einfluß auf Temperatur und Feuchtigkeit der Straße haben, während der Einfluß von Bewölkung, Straßensteigung, Exposition und der Straßentypen geringer ist. Sammel- und Erschließungsstraßen bringen für die Tierwelt neben der Beeinträchtigung des Habitats und der Ausrottungsgefahr in erster Linie Barriereeffekte mit sich. Hochleistungs- und Hauptverkehrsstraßen bewirken Isolation.

Wie gezeigt werden konnte, zeichnen sich vor allem Straßen mit Technischem Asphalt durch Trockenheit und starke Temperaturschwankungen und -extreme aus. Dadurch wirken sie als Barriere. Nicht asphaltierte Straßen weisen geringere Extreme auf, können aber durch ihr Relief für die Tierwelt problematisch sein. Die günstigsten mikroklimatischen Bedingungen zeigt Macadam. Bei zusätzlicher Berücksichtigung der Tierökologie zeigen sich Erdwege besonders mit einem Gras-Mittelstreifen am vorteilhaftesten. Grünstreifen in der Mitte sind sehr geeignet, um Schutz, Kühle, eventuell sogar Lebensraum zu bieten und damit die Barrierewirkung zu minimieren (siehe Schweiz. Bund

f. Naturschutz 1983). Dichtstehende Hecken und Bäume zeigen einen klimatisch günstigen Einfluß vor allem durch ihre Beschattung. Straßenränder erhitzen sich tagsüber nicht so stark wie die Straße selbst und kühlen nachts nicht so stark aus. Sie können eventuell der Vernetzung zwischen Biotopen dienen (KAULE 1983).

Mit den Ergebnissen zeigt sich, daß der Ausbau und insbesondere die „Staubfreimachung“ von Gemeindestraßen, Güterwegen und v. a. von Straßen in Schutzgebieten überdacht werden muß (KATZMANN 1980). Bei untergeordneten Straßenhierarchien sollte auf eine Asphaltierung ganz verzichtet und Pufferzonen als mikroklimatische Schwellen und als Lebensraum zum Schutz gegen die Trennwirkung (MADER 1980) eingerichtet werden. Zur Vermeidung von neuerlichen Fehlern beim Straßenneubau und -umbau sind in erster Linie Routenführung und Belagwahl genau zu überdenken.

Es ist auch aus psychologischen Gründen nicht empfehlenswert, glatte und bequeme Asphaltbahnen durch „die Wildnis“ zu schlagen, um diese bedenkenlos zugänglich zu machen. Das sollte bei der Errichtung von Straßen für den Freizeitbereich (z. B. Radwege) nicht übersehen werden. Diese Vorgangsweise kann den Wert der Landschaft für Mensch und Tier nur mindern.

#### DANK

Für die Vergabe des Themas und die Betreuung der Arbeit möchte ich Herrn Univ.-Doz. Dr. J. GEPP von der Österr. Akademie der Wissenschaften, Institut für Naturschutz und Landschaftsökologie, Graz, meinen herzlichen Dank aussprechen. Dem Amt der Kärntner Landesregierung, Abteilung Raumplanung, danke ich für die finanzielle Unterstützung. Herrn WRUSS vom Österreichischen Naturschutzbund, Sektion Kärnten, danke ich für die Hilfestellung bei der Auswahl der Gebiete. Die Bereitstellung des Pyrometers und hilfreiche Diskussionen verdanke ich Herrn Univ.-Doz. Dr. R. LAZAR vom Institut für Geographie, Graz. Schließlich danke ich für die Bereitstellung eines Albedometers dem Inst. f. Ökosystemforschung, Joanneum Research, Graz.

#### LITERATUR

- BLUMER, M. (1977): Praktischer Straßenbau. – 596 pp., Baufachverlag, Zürich.
- BORCHERT, G. (1978): Klimageographie in Stichworten. – 152 pp., F. HIRT, Kiel.
- DIN 55946 (1983): Bitumen und Steinkohlenteerpech, Teil 1. – Berlin, BEUTH, Köln.
- GEPP, J. (1975): Naturschutzgebiete und angewandte Wissenschaften. – Natur und Land 2:14–17.
- (1987): Technogene und strukturbedingte Dezimierungsfaktoren der Stadttierwelt – Ein Überblick, Tagungsbericht Stadtökologie. – 3., Graz: Ludwig-Boltzmann-Inst.:99–127.
- KAULE, G., et al. (1983): Trennwirkung von Flurbereinigungswegen und Bedeutung von Rainen und Banketten. – Flurbereinigungswege Arbeitsbericht 15, 156 pp., Inst. f. Landschaftsplanung, Univ. Stuttgart.
- KNOFLACHER, H., Th. MACOUN (1989): Ökologie und Straßenverkehr. – 178 pp., Umweltbundesamt UBA-89-035, Wien.
- MADER, H. J. (1980): Fauna-roads: Outline of a solution. – Naturopa 36:19–22.
- MATZI, R., in Druck.

- RLW (1975): Richtlinien für den ländlichen Wegebau. – Regeln zur Wasserwirtschaft 103 (Hrsg. Kuratorium f. Wasser und Kulturbauwesen, Arbeitsgruppe: Ländliche Wege), PAREY, Hamburg, Berlin.
- SCHWEIZ. BUND F. NATURSCHUTZ (1983): Straßenrand und Straßenböschung. – Merkblatt Nr. 3, 15 pp., Hrsg. in Zusammenarbeit mit dem Schweiz. Zentrum f. Umwelterziehung, Zöfingen, Basel.
- TROSCHL, H. (1980): Klimatographischer Abriß von Kärnten, Klimadaten gemeindeweise, Beiträge zum Kärntner Landschaftsinventar. – 21, 169 pp., Amt der Kärntner Landesregierung, Abt. Landesplanung, Klagenfurt.
- TSCHERNUTTER, P. (1983): Lufttemperaturen in Kärnten 1951–1980, Schriftenreihe für Raumforschung und Raumplanung. – 30, 104 pp., Amt der Kärntner Landesregierung, Abt. Landesplanung, Klagenfurt.
- WEHNER, B., P. SIEDEK & K. H. SCHULZE (1977): Handbuch des Straßenbaus. – 2, 592 pp., SPRINGER, New York, Berlin, Heidelberg.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Carinthia II](#)

Jahr/Year: 1994

Band/Volume: [184\\_104](#)

Autor(en)/Author(s): Matzi Regina

Artikel/Article: [Auswirkungen von Straßenbauten in schutzwürdigen Gebieten Kärntens: der Klimafaktor 143-156](#)