

Institut für Landeskultur der Justus-Liebig-Universität Gießen¹⁾
Fachbereich Ökochemie/Agrarchemie der Universität Gesamthochschule Kassel²⁾

Landwirtschaftliche Beratung als Instrument zur Reduzierung von punktuellen PSM-Einträgen in Fließgewässer

Agricultural consultation as an instrument to reduce pesticide input in surface waters

Von Peter Fischer¹⁾, Jürgen Burhenne²⁾, Martin Bach¹⁾, Michael Spiteller²⁾
und Hans-Georg Frede¹⁾

Zusammenfassung

In einem kleinen Fließgewässer in Mittelhessen wurden die Pflanzenschutzmittel (PSM)-Einträge während der Herbstapplikation auf Wintergetreide in den Jahren 1994 und 1995 gemessen. Im ersten Meßjahr sind dabei an 34 Meßtagen insgesamt 322 g Isoproturon (IPU) gefunden worden, wovon 98 % über die kommunale Kläranlage und nur 2 % auf diffusen Wegen ins Gewässer gelangten. Im Vorfeld der Meßperiode 1995 fanden in den an die Kläranlage angeschlossenen landwirtschaftlichen Betrieben Beratungsmaßnahmen über den Umgang mit PSM auf der Hoffläche statt. Nach dieser Beratung ging der punktuelle IPU-Eintrag im Vergleichszeitraum 1995 um rund 80 % auf 62 g zurück.

Stichwörter: Herbizide, Eintragspfade, punktuelle Einträge, diffuse Einträge, landwirtschaftliche Beratung

Abstract

In 1994 and 1995 in a small watershed in Hesse (Germany) the herbicide contamination was measured during the autumn spraying season on winter grain. In the first period (1994) on 34 sampling days the grain herbicide isoproturon (IPU) was 322 g. 98 % of IPU load was contributed by the local sewage plant (point-source) and 2 % by non-point source pollution. Before the beginning of spraying season 1995 a consultation with farmers of the area took place and information about the correct use of pesticides on farmyards was given. Because of this consultation the contamination in the watershed decreased in 1995 of 80 % to 62 g.

Keywords: Herbicides, pathways, point sources, non point sources, agricultural consultation

1 Einleitung

Hofabläufe aus landwirtschaftlichen Betrieben, die über Kanalisation und kommunale Kläranlagen in Oberflächengewässer eingetragen werden, tragen dort maßgeblich zur PSM-Belastung bei (SEEL et al., 1994; SEEL et al., 1996; FISCHER et al., 1996 a). Spitzenbelastungen können vor allem bei der Reinigung von Spritzgeräten im landwirtschaftlichen Betrieb auftreten (HOOF, 1994). Nach dem Eintrag derartiger hoch belasteter Abwässer in Kläranlagen findet eine Verdünnung und eine zeitliche Verzögerung des Ablaufs in den angeschlossenen Vorfluter statt, jedoch für die meisten Wirkstoffe kein deutlicher Rückhalt (SEEL et al., 1994; FISCHER, 1996). Daher ist es notwendig, PSM-Einleitungen möglichst bereits an der Emissionsquelle, das heißt in erster Linie im landwirtschaftlichen Betriebsbereich, zu minimieren.

Im Einzugsgebiet eines kleinen Fließgewässers in Mittelhessen wurden dazu die Gewässerbelastungen durch Isoproturon im Herbst 1994 und im Herbst 1995 gemessen, wobei vor der Ausbringungsperiode 1995 eine gezielte Beratung der Landwirte zum Umgang mit PSM im Hofbereich erfolgte.

2 Material und Methoden

Das für die Untersuchungen ausgewählte Fließgewässer liegt im Hessischen Mittelgebirge und besitzt ein oberirdisches Einzugsgebiet von ca. 7 km². Am Gebietsauslaß befindet sich eine kommunale Kläranlage (3000 Einwohnergleichwerte), bestehend aus drei Klärteichen mit einem Fassungsvermögen von insgesamt 7000 m³. Punktuelle Einleitungen oberhalb des Kläranlagenzulaufs sind ausgeschlossen, da alle ins Gewässer einleitenden landwirtschaftlichen Betriebe an die Kläranlage angeschlossen sind.

Gemessen wurde in den Jahren 1994 und 1995 jeweils im Zeitraum vom 10. 10. bis 12. 11. an zwei Stellen im Gewässer. Meßstelle 1 befand sich vor dem Kläranlagenzulauf und registrierte alle PSM-Einträge, die innerhalb des Einzugsgebietes diffus ins Gewässer gelangten. Meßstelle 2 lag bachabwärts hinter dem Kläranlagenzulauf, dessen Einträge sie zusätzlich noch miterfaßte (Abb. 1). Die PSM-Beprobungen erfolgten kontinuierlich und zeitproportional in der Regel als 24-Stunden-Mischproben, im Herbst 1994 an Meßstelle 2 jedoch als 72-Stunden-Mischproben. Daneben wurden täglich

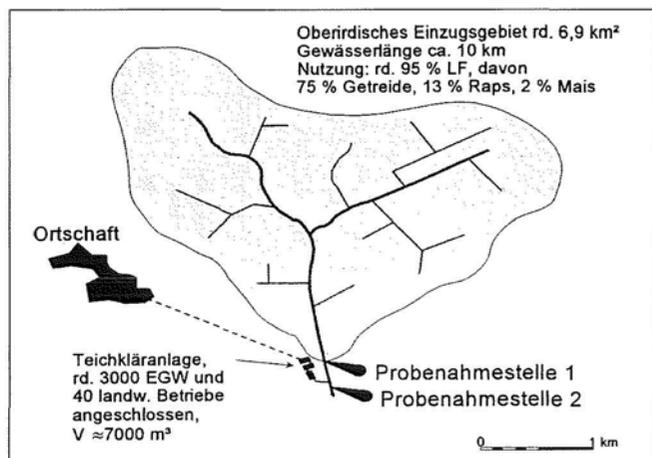


Abb. 1. Lageplan des Untersuchungsgebietes (schematisiert).

Tab. 1. IPU-Konzentrationen und -Frachten (Herbst 1994 und Herbst 1995)

	Meßstelle 1 (1994)	Meßstelle 1 (1995)	Meßstelle 2 (1994)	Meßstelle 2 (1995)
Nachweis- häufigkeit (%)	56	57	92	97
Durchschnitts- konzentration der Positivpro- ben ($\mu\text{g/l}$)	0,2	0,1	4,0	1,5
Gesamtfracht (g)	7	1,6	322	62
mittlere Tages- fracht (g/d)	0,2	0,1	9,5	1,8

Abflußmessungen in Gewässer und Kläranlage durchgeführt. Analysiert wurde lediglich der Wirkstoff Isoproturon, der im Untersuchungsgebiet im Herbst ca. 70% des Aufwandes an Getreideherbiziden ausmacht. Detaillierte Beschreibungen des Untersuchungsgebietes sowie der Probenahme, -aufarbeitung und -analyse finden sich bei FISCHER et al. 1996a und FISCHER, 1996.

3 Meßergebnisse 1994

An insgesamt 34 Meßtagen wurde 19mal (56%) IPU im Gewässer an der Meßstelle 1 oberhalb der Kläranlage nachgewiesen. Die Spitzenkonzentrationen lagen mit $0,5 \mu\text{g/l}$ bzw. $0,4 \mu\text{g/l}$ etwas niedriger als im Jahr zuvor, jedoch deutlich über dem derzeit gültigen Trinkwassergrenzwert von $0,1 \mu\text{g/l}$. Die mittlere Konzentration der Positivproben betrug $0,2 \mu\text{g/l}$ (Tab. 1).

Insgesamt ergab sich für Meßstelle 1 während des Untersuchungszeitraums eine Gesamtfracht von 7 g IPU, was einer durchschnittlichen Tagesfracht von $0,2 \text{ g}$ entspricht.

Deutlich höhere Nachweishäufigkeiten und Konzentrationen wurden im Gewässer nach dem Kläranlagenzufluß an Meßstelle 2 gefunden. In 10 von insgesamt 11 Dreitagesmischproben (92%) wurde Isoproturon nachgewiesen. Die Durchschnittskonzentration der Positivproben lag bei $4,0 \mu\text{g/l}$, wobei die Spitzenkonzentration mit $10,9 \mu\text{g/l}$ schon am 12. 10. auftrat. Mit Ausnahme der Proben vom 15., 19. und 22. 10., als aus technischen Gründen kein Kläranlagenzufluß stattfand, wurden durchgehend Konzentrationen von mehr als $2 \mu\text{g/l}$ gemessen (Tab. 1).

Aus Abbildung 2 geht hervor, daß die an Meßstelle 2 gefundenen Frachten über die gesamte Meßperiode hinweg ein Vielfaches der

vor der Kläranlage gemessenen Werte betragen. Insgesamt ergab sich eine Gesamtfracht von 322 g für die Meßperiode. Das entspricht einer täglichen Zufuhr von ca. 9,5 g Isoproturon über die Kläranlage. Berücksichtigt man die 8 Meßtage ohne Kläranlagenabfluß nicht, ergibt sich ein mittlerer IPU-Eintrag von 12 g/d .

4 Beratung

In der zweiten Meßperiode im Herbst 1995 sollte untersucht werden, inwieweit durch Beratung und Aufklärung der Landwirte eine Verringerung der PSM-Belastung über die Kläranlage erreicht werden kann. Zu diesem Zweck fand Ende September 1995, ca. 14 Tage vor Beginn der Herbizidbehandlung des Wintergetreides, ein Informationsabend für die Betriebsleiter der Landwirtschaftsbetriebe, die an die Kläranlage angeschlossen sind, statt. Auf der Veranstaltung wurden die Meßergebnisse des Jahres 1994 referiert und ein eigens erstellter „Maßnahmenkatalog zur Verhinderung von Spritzmitteleinträgen in Kanalisation und Kläranlage“ vorgestellt. In diesem Maßnahmenkatalog, der in Zusammenarbeit mit dem zuständigen Amt für Regionalentwicklung, Landespflege und Landwirtschaft (ARLL) ausgearbeitet wurde, sind stichwortartige Hinweise zur guten fachlichen Praxis zusammengestellt, die beim Umgang mit PSM im landwirtschaftlichen Betrieb (Lagerung, Gebrauch, Entsorgung) zu beachten sind. Bei der Zusammenstellung der Handlungsempfehlungen wurde darauf geachtet, daß dem Landwirt bei der sachgemäßen Handhabung keine zusätzlichen Betriebskosten, sondern lediglich ein zumutbarer Mehraufwand an Arbeit entsteht.

Darüber hinaus wurde kurz vor Beginn der Herbstspritzung jeder Landwirt noch einmal angeschrieben, wobei jedem Anschreiben ein Exemplar des Maßnahmenkatalogs beigelegt wurde.

5 Meßergebnisse 1995

Im Herbst 1995 lag die Nachweishäufigkeit für die diffusen IPU-Einträge mit 57% auf dem Vorjahresniveau, demgegenüber sank jedoch die Durchschnittskonzentration der Positivproben auf $0,1 \mu\text{g/l}$ (Tab. 1). Im Vergleich zum Vorjahr sank die diffuse IPU-Gesamtfracht mit 1,6 g deutlich, da infolge der relativ trockenen Witterung niederschlagsabhängige IPU-Austräge weitgehend ausblieben.

Auch im Herbst 1995 wurden an Meßstelle 2 deutlich höhere PSM-Konzentrationen als an Meßstelle 1 gefunden. So lag die Durchschnittskonzentration der Positivproben bei $1,5 \mu\text{g/l}$ und die Nachweishäufigkeit betrug 97% (Tab. 1). Die IPU-Gesamtfracht belief sich für den Meßzeitraum auf 62 g, was einer durchschnittlichen

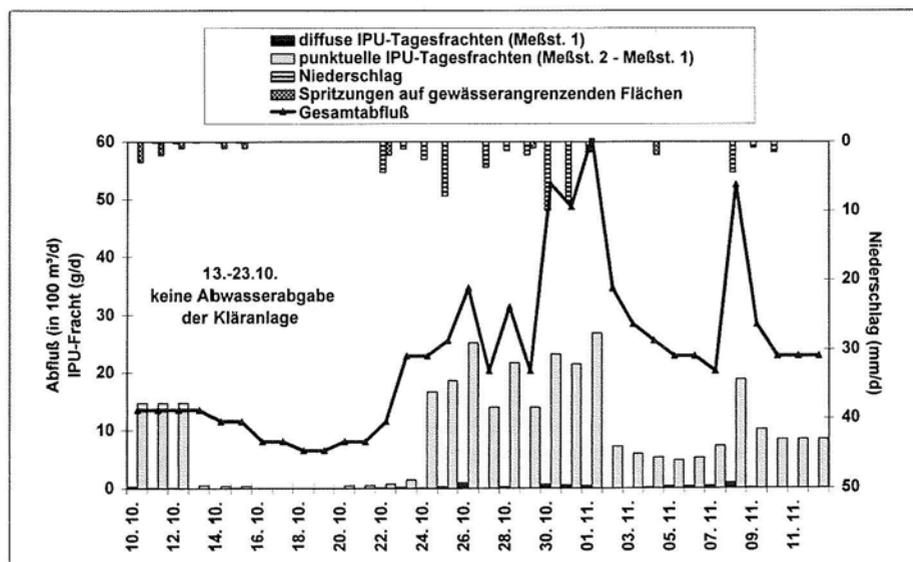


Abb. 2. IPU-Frachten an den Meßstellen 1 und 2 (Herbst 1994).

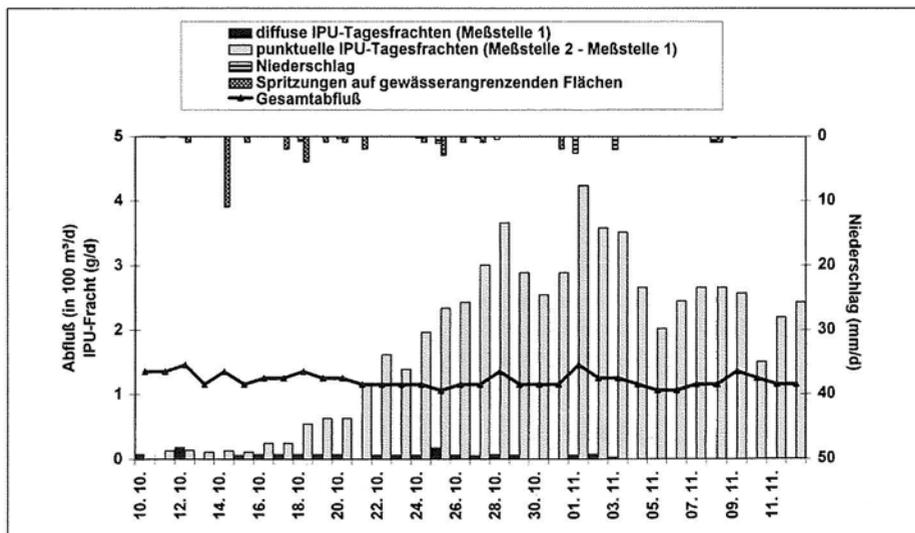


Abb. 3. IPU-Frachten an den Meßstellen 1 und 2 (Herbst 1995).

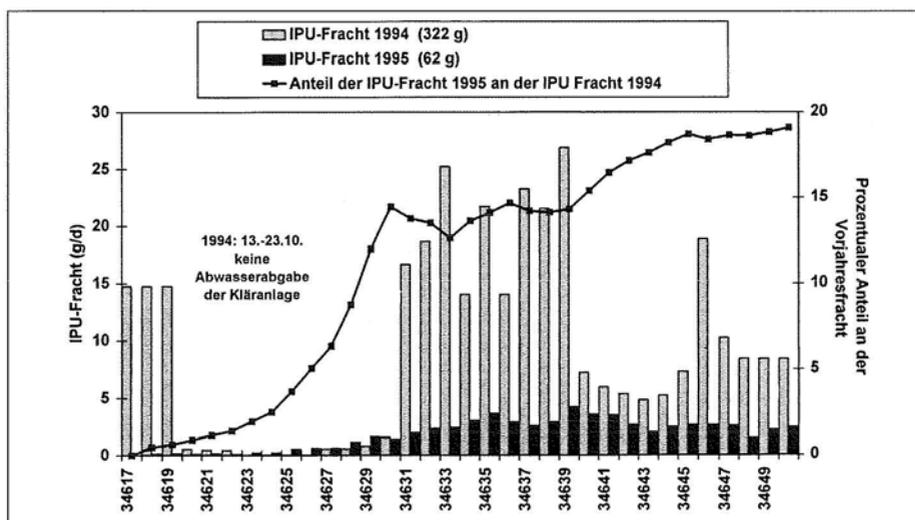


Abb. 4. Vergleich der im Herbst 1994 und Herbst 1995 an Meßstelle 2 gemessenen IPU-Frachten.

lichen Tagesfracht von 1,8 g/d entspricht. Abbildung 3 gibt einen Überblick über den Eintragsverlauf im Gewässer. Zu Beginn der Untersuchungsperiode wurden zunächst geringe PSM-Konzentrationen gemessen, erst ab dem 25. 10. stieg die Belastung auf über 2 g/d an. Für den Rest der Meßperiode stabilisierten sich dann die Tagesfrachten auf einem Niveau von 2 bis 4 g/d.

6 Vergleich der Meßergebnisse von Herbst 1994 und Herbst 1995

Tabelle 2 stellt die im Herbst 1994 und Herbst 1995 gemessenen Wirkstofffrachten dar, aufgeschlüsselt nach diffusen und punktuellen Einträgen. Das Verhältnis zwischen punktueller (97 % bzw. 98 %) und diffuser Stofffracht (3 % bzw. 2 %) war in beiden Jahren nahezu identisch. Mit Ausnahme des Zeitraums vom 14.-23. 10., in

dem die Kläranlage 1994 kein Abwasser ans Gewässer abgab, lagen die Tagesfrachten 1995 jedoch deutlich niedriger (Abb. 3). Gemessen am Vorjahr sank der IPU-Gesamtaustrag 1995 um ca. 80 % auf 62 g (Abb. 4).

Einige Rahmenbedingungen, unter denen 1994 gemessen wurde, unterschieden sich jedoch von denen des Jahres 1995, so daß die Meßergebnisse nicht uneingeschränkt vergleichbar sind. Unmittelbaren Einfluß auf den IPU-Austrag aus der Kläranlage nahmen einerseits die zehntägige Abflußunterbrechung 1994 (Abb. 1) und andererseits die Niederschlagsmenge, die 1995 (10 mm) im Vergleich zu 1994 (53 mm) deutlich geringer ausfiel. Die für 1995 gefundene Austragsminderung kann jedoch nur in geringem Maß durch die unterschiedlichen Niederschläge und Abflußverhältnisse in der Kläranlage beeinflußt worden sein, was folgende Überlegung verdeutlicht:

Veranschlagt man für die Ausfallzeit vom 13. bis 23. 10. 1994 einen zusätzlichen täglichen Eintrag von 50 % des arithmetischen Mittels der Frachten von 12. 10. und 24. 10. 94, so sinkt die Relation IPU-Fracht 1994 / IPU-Fracht 1995 auf 15 %. Geht man für den genannten Zeitraum davon aus, daß bei Normalbetrieb der Kläranlage das Austragsniveau konstant geblieben wäre (100 % des arithmetischen Mittels vom 12. 10. bzw. 24. 10. 1994), sinkt der Anteil auf 12 %.

Andererseits muß unterstellt werden, daß aufgrund der weitaus geringeren Niederschlagssumme im Herbst 1995 der niederschlagsabhängige IPU-Eintrag in die Kläranlage zurückgegangen ist. Aus

Tab. 2. Bilanzierung der gemessenen IPU-Frachten nach Eintragspfaden (Herbst 1994 und Herbst 1995)

Eintragspfad	Isoproturon 1994		Isoproturon 1995	
	(vor Beratung)	(%)	(nach Beratung)	(%)
Σ diffuse Einträge	7	2	2	3
Kläranlage	314	98	60	97
gesamt	322	100	62	100

der Abschätzung für das Frühjahr 1995 (FISCHER, 1996) kann diese niederschlagsabhängige Größe auf maximal 25 % der Gesamtfracht beziffert werden. Rechnet man die ausgebliebenen niederschlagsabhängigen Einträge zur Fracht 1995 hinzu, so ergäben sich ca. 82 g Gesamtaustrag. Das entspricht einem Anteil von 25 % der 1994 gemessenen IPU-Fracht. Damit ist eindeutig, daß sich für die Meßperiode 1995 eine gravierende Austragsminderung für IPU ergeben hat, die mindestens 75 % beträgt.

Andere Einflußgrößen wie die Gesamtaufwandmenge und die Ausbringungszeitpunkte für Isoproturon haben sich zwischen den beiden Meßjahren nicht nachweisbar verändert, so daß diese Faktoren als Ursachen für die drastische Frachtabnahme im Jahr 1995 auszuschließen sind.

7 Diskussion

Der starke Rückgang der IPU-Frachten in 1995 im Vergleich zu 1994 wird als Beleg dafür gesehen, daß die vorgeschlagenen Maßnahmen in erheblichem Umfang von den Landwirten umgesetzt worden sind. Bei einer zweiten Informationsveranstaltung im Mai 1996 wurde das auch von zahlreichen Landwirten bestätigt. Allein durch den sorgfältigeren Umgang mit Pflanzenschutzmitteln im Hofbereich, in erster Linie bei der Gerätereinigung und der Resteentsorgung, konnten Eintragsreduzierungen im Gewässer erreicht werden, die weit höher sind als bei vergleichbaren Minderungsmaßnahmen, die auf der Fläche ansetzen.

Weder die Beratung selbst noch die Umsetzung in den landwirtschaftlichen Betrieben waren besonders kostenaufwendig. Die gewählte Vorgehensweise und die Beratungsinhalte stellen damit ein einfaches und außerordentlich wirksames Instrument zur deutlichen Verringerung der PSM-Kontamination von Oberflächengewässern dar. Wenn es gelingt, in der Landwirtschaft eine entsprechende Bewußtseinsbildung zu erreichen, dann kann offensichtlich bereits mit einfachen Änderungen in Arbeitsabläufen eine rasche und drastische Reduzierung der punktuellen PSM-Emissionen erzielt werden. Um mit ähnlichen Beratungsstrategien eine flächendeckende Wirkung

zu erreichen, bedarf es jedoch noch weiterer Feldforschung. Dabei muß vor allem sichergestellt sein, daß auch für andere Wirkstoffe ein deutlicher Rückgang der punktuellen Einträge eintritt. Darüber hinaus müssen künftige Beratungsprojekte individuell auf die standörtlichen Gegebenheiten, die betriebswirtschaftlichen Rahmenbedingungen, das eingesetzte Mittelspektrum und die vor Ort anzutreffende siedlungswasserwirtschaftliche Situation abgestellt werden.

Danksagung

Die Autoren bedanken sich bei Frau cand. agr. SILKE LINDEMANN und Frau cand. agr. KAY WERNER für ihre Meß- und Befragungstätigkeiten im Herbst 1995.

Literatur

- FISCHER, P., 1996: Quantifizierung der Eintragspfade für Pflanzenschutzmittel in Fließgewässer. Dissertation am Institut f. Landeskultur, Gießen.
- FISCHER, P., J. BURHENNE, M. BACH, M. SPITELLER und H.-G. FREDE, 1996a: Quantifizierung der Eintragspfade für Pflanzenschutzmittel in ein kleines Fließgewässer. – Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes **48** (6), 121–125.
- FISCHER, P., M. BACH, J. BURHENNE, M. SPITELLER und H.-G. FREDE, 1996b: Pflanzenschutzmittel in Fließgewässern. Teil 3: Anteil diffuser und punktueller Einträge in einem kleinen Vorfluter. Deutsche Gewässerkundliche Mitteilungen **40**, 168–173.
- HOOF, U., 1994: Bedeutung des Eintragspfades „Hofabfluß“ für die Pflanzenschutzmittel-Belastung von Oberflächengewässern. – In: Kooperation Landwirtschaft und Wasserwirtschaft im Einzugsgebiet der Stevertalsperre 1994. Landwirtschaftskammer Westfalen-Lippe, Kreisstelle Coesfeld, 27–32.
- SEEL, P., T. P. KNEPPER, S. GABRIEL, A. WEBER und K. HABERER, 1994: Einträge von Pflanzenschutzmitteln in Fließgewässer – Versuch einer Bilanzierung. Vom Wasser **83**, 357–72.
- SEEL, P., T. P. KNEPPER, S. GABRIEL, A. WEBER und K. HABERER, 1996: Kläranlagen als Haupteintragspfad für Pflanzenschutzmittel in ein Fließgewässer – Bilanzierung der Einträge. Vom Wasser **86**, 247–262.

Kontaktanschrift: Dr. Peter Fischer, Institut für Landeskultur, Justus-Liebig-Universität Gießen, Senckenbergstraße 3, D-35390 Gießen