

## Einfluss der Wassertemperatur auf das Überwintern der Wasseramsel *Cinclus cinclus* am Küsnachter Bach (Kanton Zürich)

Johann Hegelbach



HEGELBACH, J. (2009): Effect of water temperature on wintering White-throated Dippers *Cinclus cinclus* at the Küsnacht brook near Zurich, Switzerland. Ornithol. Beob. 106: 429–434.

The White-throated Dipper population inhabiting the 8.2 km Küsnacht brook has been intensively studied since 1987. In 2002, 16 pairs bred; ever since, population size varied between 11 and 14 breeding pairs. About half way up the brook, a small stream (Chliweidlibach) flows into Küsnacht brook. The small Chliweidli stream is fed by water from a purification plant around 350 m away from the convergence. From December 1990 to February 1992 and in January and February 2009 water temperatures of the Chliweidli stream and the Küsnacht brook were measured. In addition, I collected invertebrate food supply with a 30 × 30 cm Surber sampler, in order to compare it with a sample from 1989. Through the influx of purified water, water temperature in January and February was increased by > 4 °C in all study years. Invertebrates available for Dippers were reduced to freshwater hog louse *Asellus aquaticus* and freshwater shrimp *Gammarus* sp. The predictability of the safe and easily accessible food led to high Dipper densities along Chliweidli stream (4–5 individuals/350 m) and Küsnacht brook (9–10 individuals/1500 m) in winter 2009. The frequently regurgitated pellets consisted of the strongly chitinized *Asellus aquaticus* und *Gammarus* sp. In the year 2011 the purification plant is going to be shut down. The untreated water will then be led to a newly constructed plant at the shores of Lake Zurich. The loss of the stabilizing effect of elevated water temperatures will possibly lead to a local reduction of Dipper densities in winter.

Johann Hegelbach, Zoologisches Museum Universität Zürich, Winterthurerstrasse 190, CH-8057 Zürich, E-Mail [johann.hegelbach@zm.uzh.ch](mailto:johann.hegelbach@zm.uzh.ch)

Seit 1987 verfolge ich den Zustand und die Entwicklung der Wasseramsel-Population am rund 8,2 km langen Küsnachter Bach am Zürichsee. Der Bestand nahm von 6–7 Brutpaaren (BP) bzw. einer Dichte von rund 0,8 BP/km stetig zu und erreichte 2002 einen Höchstwert von 16 BP bzw. 2 BP/km (Hegelbach 2004). In den folgenden sechs Jahren bis 2008 verharrte er auf einem hohen Niveau von 11–14 BP (Mittelwert 12,7 BP) bzw. 1,3–1,7 BP/km. Diese hohen Werte sind erklärbar mit den günstigen

geografischen (Höhenlage, Gefälle, Wassertiefe und -führung), den physikalischen (Sauerstoff- und Kalkgehalt, pH-Wert, Temperatur) und vor allem den biologischen Bedingungen (Nahrungsangebot, Saprobienwert [Wassergütekategorie aufgrund von Indikator-Organismen]) an diesem Fliessgewässer. Das Nahrungsangebot wurde in den Jahren 1990/91 (Sätteli 1993, 2000) und 1994/95 (Hänni 1996, 2000) eingehend untersucht. Eine einschneidende Wirkung hat die Einleitung des gereinigten Abwassers

der Kläranlage Zumikon (ARA Zumikon) über den Chliweidlibach in den Küssnacher Bach. Auf der einen Seite kann dieser Umstand als interessante Versuchsanordnung angesehen werden, auf der anderen Seite bringt er die Lebewesen im und am Bach in eine ständige Abhängigkeit. Das Einzugsgebiet des Küssnacher Bachs liegt in der bevölkerungsreichen Agglomeration der Stadt Zürich; dadurch überlagern soziale und politische Aspekte die ökologischen Verhältnisse.

## 1. Untersuchungsgebiet und Methoden

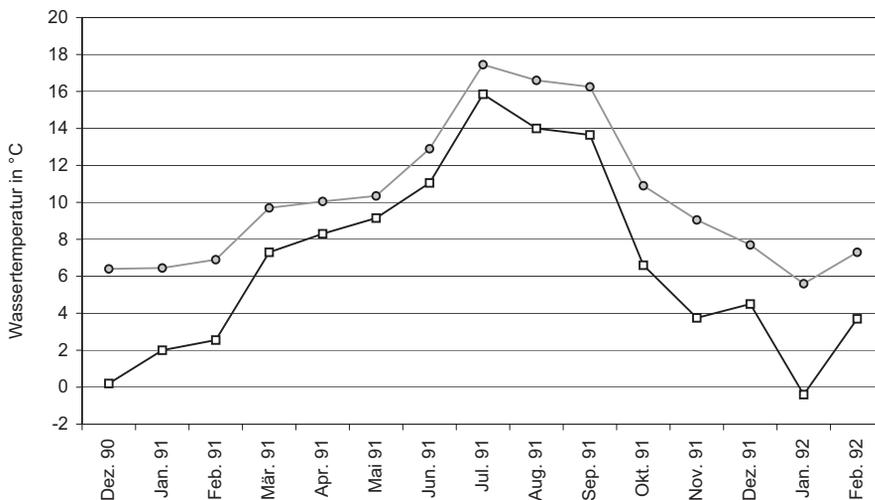
### 1.1. Untersuchungsgebiet

Die Lage und Geomorphologie des Küssnacher Bachs wurde in Hegelbach (2004) beschrieben. Die hier präsentierte Arbeit bezieht sich auf den Mittellauf des Küssnacher Bachs, wo auf 520 m ü.M. der Chliweidlibach in ihn mündet. Der Chliweidlibach dominiert die ökologische Situation, weil er 350 m oberhalb seiner Mündung der ARA Zumikon als Vorfluter dient. Rund zwei Drittel der Wassermenge des Chliweidlibachs entstammen dem Vorfluter der ARA Zumikon. Das Einzugsgebiet dieser ARA entspricht etwa jenem der 544 ha grossen und

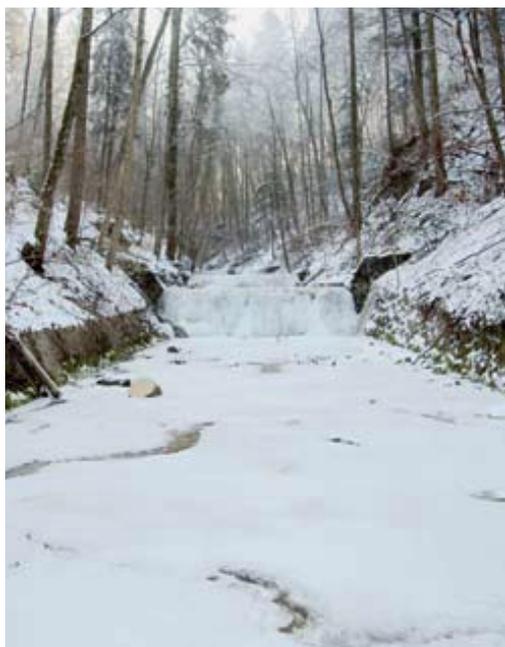
annähernd 5000 Einwohner zählenden Gemeinde Zumikon.

### 1.2. Methoden

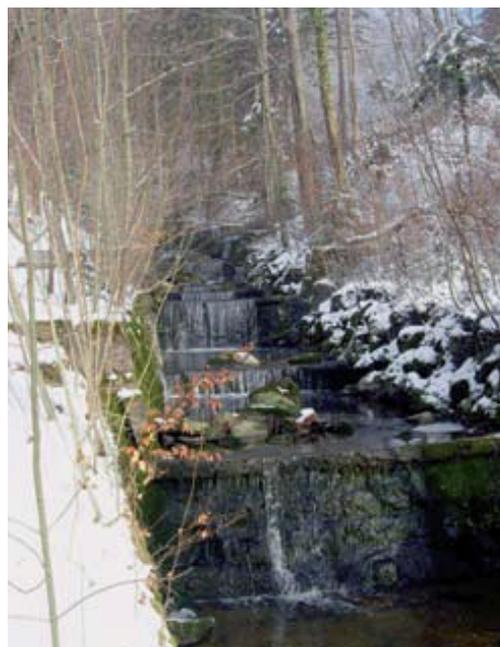
Ausser in den Monaten Juli und August protokollierte ich seit 1989 mindestens alle zwei Wochen die farbberingten Wasseramseln am Küssnacher Bach (Aufenthalt, Revier, Vergesellschaftung, Verhalten). Im Winter wird der Vereisungsgrad des Wasserlaufes in % festgehalten. In ausgewählten Jahren mass ich zweimal pro Monat die Wassertemperatur ( $\pm 0,1$  °C) im Chliweidlibach und im Küssnacher Bach, jeweils unmittelbar oberhalb der Mündung des ersten in den zweiten. Der Durchschnittswert der beiden Messungen galt danach als Monatstemperatur. An diesen beiden Messstellen entnahm ich zudem im Januar 1989 und 2009 Benthosproben mit einem Surber-Sampler. Bei dieser Methode wird auf einer  $30 \times 30$  cm grossen Fläche das Bachbett bis auf eine Tiefe von 5 cm für 5 min nach Invertebraten abgesucht; diese werden in ein Feingewebnetz getrieben. Mit Hilfe eines Binokulars wurden die gesammelten und konservierten Tiere von Karin Schiegg Pasinelli (1989) oder mir (2009) mindestens bis auf Ordnungsniveau bestimmt. Zu-



**Abb. 1.** Jahresverlauf der Wassertemperatur im Küssnacher Bach (Quadrate) und im Chliweidlibach (Kreise) zwischen Dezember 1990 und Februar 1992. Gemessen wurde jeweils oberhalb des Zusammenflusses. – *Seasonal changes in water temperatures of Küssnacht brook (squares) and Chliweidli stream (circles). Measurements were taken upstream of the confluence of both waters.*



**Abb. 2.** Der vereiste Mittellauf des Küssnacher Baches unmittelbar oberhalb der Mündung des Chliweidlibachs am 14. Januar 2009. Alle Aufnahmen vom Autor. – *The frozen Küssnacht brook upstream of the confluence with the Chliweidli stream on 14 January 2009.*



**Abb. 3.** Der Chliweidlibach unmittelbar oberhalb der Mündung in den Küssnacher Bach am 14. Januar 2009. – *The Chliweidli stream upstream of the confluence with Küssnacht brook on 14 January 2009.*

dem überprüfte ich den Inhalt von 26 Speiballen, die ich im Januar 2009 am Chliweidlibach gesammelt hatte.

## 2. Ergebnisse

### 2.1. Wassertemperatur

Die Wassertemperatur-Messungen zeigen deutlich, dass die ARA Zumikon erwärmtes Wasser in den Küssnacher Bach abgibt: Im Chliweidlibach, 350 m unterhalb der Einleitung des ARA-Vorfluters, mass ich im Januar und Februar eine Temperatur, die 1991 um 4,5 °C, zur gleichen Zeit im Jahr 1992 um 4,4 °C und 2009 um 4,3 °C höher war als im Küssnacher Bach. Die praktisch unveränderte Temperaturdifferenz in diesen Wintermonaten lässt den Schluss zu, dass auch 2008/09 die Jahres-Temperaturkurve einen ähnlichen Verlauf nahm wie zwischen 1990 und 1992 (Abb. 1). Im vergleichsweise

kalten Januar und Februar 2009 (Lufttemperatur 1,4 resp. 0,5 °C unter dem langjährigen Mittel in Zürich; MeteoSchweiz briefl.) war dieser Unterschied der Wassertemperatur augenfällig, da der Oberlauf des Küssnacher Baches mehrere Wochen lang von Eis überdeckt war (Abb. 2). Gleichzeitig gab es im Chliweidlibach keine Anzeichen von Eisbildung (Abb. 3).

### 2.2. Invertebraten-Angebot

Das an den gleichen Stellen 1989 und 2009 jeweils im Februar überprüfte Invertebraten-Angebot macht deutlich, dass auch bezüglich der Benthosfauna keine grundsätzliche Änderung eingetreten ist (Tab. 1). Der Küssnacher Bach zeigt im Invertebraten-Angebot selbst auf Familienniveau (mindestens 12 resp. 8 Familien) eine grössere Diversität als der Chliweidlibach (7 resp. 5 Familien). Die Dominanz von Oligochaeten (Wenigborster), Asellidae (Asseln;

**Tab. 1.** Benthosproben von Februar 1989 und Februar 2009 aus dem normal belasteten Mittellauf des Küssnacher Bachs und dem mit dem Abwasser der ARA Zumikon belasteten Chliweidlibach. Bei den Insekten (ausser Coleoptera) wurde jeweils die wichtigste Familie separat angeben. – *Benthos samples from February 1989 and February 2009 taken in the central part of the Küssnacht brook and the Chliweidli stream. The most important family per taxon of insect is given separately, except for Coleoptera.*

Taxon	Familie	Küssnacher Bach		Chliweidlibach	
		1989	2009	1989	2009
Turbellaria (Strudelwürmer)	Planariidae (Strudelwürmer)	0	0	2	0
Hirudinea (Egel)	Rhynchobdellidae (Rüsselegel)	0	0	7	18
Oligochaeta (Wenigborster)	Lumbricidae (Regenwürmer)	6	3	64	67
Acari (Milben)	Hygrobatidae (Wassermilben)	2	0	0	0
Isopoda (Asseln)	Asellidae (Wasserasseln)	0	0	83	41
Amphipoda (Flohkrebse)	Gammaridae (Flohkrebse)	2	3	77	78
Ephemeroptera (Eintagsfliegen)	Baetidae (Glashafte)	28	10	0	0
	diverse	5	23	0	0
Plecoptera (Steinfliegen)	Nemouridae	1	7	0	0
	diverse	12	0	0	0
Coleoptera (Käfer)	diverse	6	0	0	0
Trichoptera (Köcherfliegen)	Psychomyiidae	9	0	0	0
	diverse	8	2	2	0
Diptera (Zweiflügler)	Chironomidae (Zuckmücken)	125	87	96	0
	diverse	18	10	0	1
Total Individuen		222	145	331	205

ausschliesslich Wasserasseln *Asellus aquaticus*) und Gammaridae (Bachflohkrebse *Gammarus* sp.) im Chliweidlibach ist für Fliessgewässer minderer Qualität (d.h. mit kleinerem Saprobienwert) charakteristisch; das Fehlen von Zuckmückenlarven (Chironomidae) in der Chliweidli-Probe vom Februar 2009 ist nicht erklärbar. Die Proben des Küssnacher Bachs enthielten zwar Zuckmückenlarven, aber weder 1989 noch 2009 Exemplare der Roten Zuckmücke *Chironomus thummi*, einem Anzeiger schlechter Wasserqualität.

### 2.3. Auftreten der Wasseramsel

Bei 9 Kontrollgängen im Januar und Februar 2009 registrierte ich die stärksten Ansammlungen am 20. Februar mit 4–5 Wasseramseln im Chliweidlibach auf 350 m (Dichte 11–14 Individuen/km) und 9–10 Individuen in den anschliessenden 1500 m des Küssnacher Bachs (Dichte etwa 6 Ind./km). Unterhalb diesen 1500 m lag der Küssnacher Bach zu mehr als 70 % unter einer Eisdecke, oberhalb der

Mündung des Chliweidlibaches war er zu 90–100 % zugefroren (Abb. 2). Die temporäre Dichte der Wasseramseln und die Dominanz der stark chitinisierten Wasserasseln und Bachflohkrebse im Nahrungsangebot äusserten sich in der Anhäufung von Speiballen zu dieser Zeit und in diesen Bachabschnitten (Abb. 4). Die Speiballen waren hellbraun gefärbt und wiesen auf die Skelettreste von Bachflohkrebsen und Wasserasseln hin. In 26 gesammelten Speiballen waren nur die Kopfkapseln dieser beiden Invertebratengruppen bestimmbar.

### 3. Diskussion

Gewölle sind von Eulen und Greifvögeln allgemein bekannt. Auch innerhalb der Singvögel stossen einige Arten sporadisch Gewölle aus: Selten ist eine solche Abgabe bei Staren, Drossel- und Krähenartigen, häufiger bei Würgern und regelmässig bei Wasseramseln zu beobachten. Die Wasseramsel scheidet Speibällchen zwar während des ganzen Jahres, infolge stark



**Abb. 4.** Speiballen der Wasseramsel auf einem der häufig als Ansitz benutzten Steine im Chliweidlibach am 14. Januar 2009. – *Regurgitated pellets of White-throated Dippers on a frequently occupied rock in the Chliweidli stream on 14 January 2009.*

chitinierter Beutetiere aber vor allem in den Wintermonaten aus. Die Benthosproben belegen, dass im Chliweidlibach die chitinreichen Wasserasseln und Bachflohkrebse sehr häufig vorkommen. Die Überprüfung von Speiballen-Inhalten zeigt, dass dieses Angebot wenig selektiv genutzt wird. Diese direkte, während der kalten Jahreszeit wohl notgedrungene Beziehung haben bereits Jost (1975) und Spitznagel (1985) in mittel- und süddeutschen Populationen festgestellt.

Der 1993 beendete Ausbau der Kläranlage Zumikon (4. Reinigungsstufe mit Flockungsfiltration) hat damals wohl zu einer Verbesserung der Wasserqualität im Küssnachter Bach geführt. Allerdings hat bereits Hänni (1996, 2000) in den Analysen der Jahre 1994 und 1995 gezeigt, dass der Chliweidlibach als Vorfluter häufig eine schlechte Wasserqualität aufweist; Nitrat- und Nitritwerte lagen zeitweise über dem Richtwert, und die Sauerstoffzehrung klassierte den Chliweidlibach vor allem in den Frühlingsmonaten als mässig verunreinigt (stark beta-mesosaprob). Bessere Bedingun-

gen herrschten erst unterhalb der Mündung des Chliweidlibaches in den Küssnachter Bach; letzterer steuert an dieser Stelle etwa die doppelte Menge normal belastetes Wasser bei, was nach der Durchmischung zu einer eher akzeptablen Wasserqualität führte.

Weniger aus ökologischen als vielmehr aus wirtschaftlichen und sozialen Gründen ändert sich in den nächsten Jahren die Situation grundlegend. Die ARA Zumikon wird stillgelegt und bis auf ein Vorreinigungsbecken rückgebaut. Ab 2011 wird das Rohabwasser in einer Druckleitung in die gleichzeitig stark ausgebaut und modernisierte Kläranlage des Gemeindeverbands Küssnacht – Erlenbach – Zumikon an den Zürichsee geführt und dort aufbereitet. Der Vorfluter wird hier in den See geleitet – damit ist den sozialen Anforderungen (Geruchsbelästigung in der Umgebung der ehemaligen ARA und im Bereich des Chliweidlibaches) genüge getan. Absolut eliminieren lassen sich die Verunreinigungen nicht, und im Prinzip werden sie nur dem grösseren Wasservolumen des Zürichsees zugeführt. Frühere Untersuchungen im

Zürichsee zeigten, dass die Umgebung solcher Einleitungen schwach bis stark belastet war (Lubini-Ferlin 1986). In der Zwischenzeit ist zwar in den meisten Kläranlagen die 4. Reinigungsstufe realisiert worden, aber der Eintrag toxischer Verbindungen, Hormone u.ä., meist zusammengefasst als Mikroverunreinigungen, ist noch immer nicht zu verhindern (Siegrist 2003, Meier et al. 2004).

Das neue Wasserregime wird auch das Vorkommen der Wasseramsel im Küssnacher Tobel tangieren. Es ist vorhersehbar, dass die Brutpaardichte nicht mehr die Werte der letzten Jahre (bis zu 16 BP im Jahr 2002) erreichen wird; sie wird sich wegen des reduzierten Nahrungsangebotes mittelfristig auf einem tieferen Niveau einpendeln. Kleinräumig wird die Winterdichte abnehmen, da der stabilisierende Effekt der höheren Wassertemperatur und der regelmässigen Wasserführung ausbleiben wird. Diese neue Situation wird allerdings für die Wasseramsel als anpassungsfähige und bezüglich ihrer Winterökologie auch flexible Art nicht grundsätzlich problematisch.

**Dank.** Ich danke Karin Schiegg Pasinelli für die Auswertung der Benthosproben von 1989, Tim Coppack für die englische Übersetzung sowie Ueli Rehsteiner für die kritische Durchsicht des Manuskripts.

### Zusammenfassung

Seit 1987 wird die Wasseramsel-Population am 8,2 km langen Küssnacher Bach am Zürichsee farbig beringt und beobachtet. Der Bestand wuchs von 7 auf 16 Brutpaaren (BP) im Jahr 2002; seither brüten hier 11–14 BP. Im Mittellauf des Küssnacher Baches mündet ein kleiner, 350 m langer Zufluss (Chliweidlibach), in den das geklärte Abwasser der Kläranlage Zumikon geleitet wird. In diesem Vorfluter und im Küssnacher Bach mass ich im Januar und Februar 1991, 1992 und 2009 die Wassertemperatur. Gleichzeitig sammelte ich in beiden Bächen mit einem Surber-Sampler auf einer standardisierten Fläche die Benthos-Invertebraten. An beiden Entnahmestellen hatte sich in den 20 Jahren das für die Wasseramseln nutzbare Angebot kaum verändert. Im Chliweidlibach dominierten Wasserasseln (Isopoda, *Asellus aquaticus*) und Bachflohkrebse (Amphipoda, *Gammarus* sp.). Durch die Einleitung des Vorfluters war hier die Temperatur 1991, 1992 und auch 2009 > 4 °C höher als im Küssnacher Bach. Das voraussagbare und sichere Nahrungsangebot und seine problemlose Zugänglichkeit führte im verhältnismässig kalten Januar 2009 zur Ansammlung von 4–5 Wasseram-

seln im 350 m langen Chliweidlibach (Dichte 11–14 Ind./km). Die anschliessenden und nicht zugefroren 1500 m des Küssnacher Baches nutzten weitere 9–10 Wasseramseln (Dichte 6–7 Ind./km). Die in grosser Zahl abgegebenen Gewölle enthielten Teile der stark chitinierten *Asellus aquaticus* und *Gammarus* sp. Planungsgemäss soll die Kläranlage Zumikon im Jahr 2011 geschlossen werden. Das Abwasser wird dann in einem Stollen in einen neu ausgebauten Anlagenverbund direkt an den Zürichsee geführt. In der Folge sind eher geringere Winterdichten der Wasseramseln am Küssnacher Bach zu erwarten, da der nivellierende Einfluss der Kläranlage (stabile Wasserführung, erhöhte Temperatur, regelmässiger Eintrag organischer Substanz) wegfallen wird.

### Literatur

- HÄNNI, K. (1996): Nahrungsangebot der Wasseramsel (*Cinclus cinclus*) am Küssnacher Bach, Wehrenbach und Stöckentobelbach im Jahresverlauf. Diplomarb. Zool. Museum Univ. Zürich. – (2000): Nahrungsangebot der Wasseramsel *Cinclus cinclus* am Küssnacher Bach, Wehrenbach und Stöckentobelbach im Jahresverlauf. Ornithol. Beob. 97: 65–66.
- HEGELBACH, J. (2004): Zunahme des Brutbestands der Wasseramsel *Cinclus cinclus* am Küssnacher Bach von 1987 bis 2002. Ornithol. Beob. 101: 99–108.
- JOST, O. (1975): Zur Ökologie der Wasseramsel mit besonderer Berücksichtigung ihrer Ernährung. Bonner Zool. Monogr. 6: 1–183.
- LUBINI-FERLIN, V. (1986): Der Einfluss von Kläranlagenabwasser auf benthische Wirbellose im Zürichsee. Schweiz. Ges. Hydrol. 48: 53–63.
- MEIER, W., C. BALSIGER & M. KOCH (2004): Mikroverunreinigungen in Gewässern. Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft (AWEL), Abteilung Gewässerschutz, Zürich.
- SÄTTELI, D. (1993): Saisonales Nahrungsangebot der Wasseramsel (*Cinclus cinclus*) im Küssnacher Bach unter Einbezug der Wasserqualität. Diplomarb. Zool. Mus. Univ. Zürich. – (2000): Saisonales Nahrungsangebot der Wasseramsel *Cinclus cinclus* im Küssnacher Bach unter Einbezug der Wasserqualität. Ornithol. Beob. 97: 63–64.
- SCHIEGG PASINELLI, K. (1992): Nahrungsangebot für Wasseramseln am Küssnacher Bach 1989. Typoskript Zool. Mus. Univ. Zürich.
- SIEGRIST, H. (2003): Mikroverunreinigungen – Abwasserentsorgung vor neuen Anforderungen? EAWAG News 57: 7–10.
- SPITZNAGEL, A. (1985): Jahreszeitliche Veränderungen im Nahrungsangebot und in der Nahrungswahl der Wasseramsel (*Cinclus c. aquaticus*). Ökol. Vögel 7: 239–325.

*Manuskript eingegangen 28. April 2009*

*Bereinigte Fassung angenommen 1. Oktober 2009*