

Zur Bedeutung der invasiven Kreuzblütler-Art *Bunias orientalis* (Brassicaceae) als Nektarquelle für mitteleuropäische Insekten

STEFFEN SCHÜRKEN & LARS CHITTKA

Eingang: 2001-02-02 / 2001-02-09

Annahme: 2001-02-10

SCHÜRKEN S & CHITTKA L [Zool II, Biozentrum, D-97074 Würzburg]: **Zur Bedeutung der invasiven Kreuzblütler-Art *Bunias orientalis* (Brassicaceae) als Nektarquelle für mitteleuropäische Insekten.**- Entomol Gener 25(2): 115-120; Stuttgart 2001-03. - - - [Abhandlung]

Das Orientalische Zackenschötchen *Bunias orientalis* (Linnaeus 1753) ist eine äußerst erfolgreiche invasive Pflanzenart, die in Mitteleuropa an zahlreichen ruderalen Standorten Dominanzbestände bildet und sich rasch ausbreitet. Hier wurden erstmalig Nektarangebot und Bestäuber dieser Pflanzenart ermittelt, um zunächst ihre Bedeutung als Futterquelle für einheimische Insekten zu quantifizieren. Weiterhin ist eine solche Erhebung wichtig, um mögliche kompetitive Interaktionen von *B orientalis* mit einheimischen Pflanzenarten zu verstehen, die sich auf die Bestäubung beziehen. Die Nektarproduktion von *B orientalis* erweist sich als relativ gering; dennoch ist diese Art aufgrund der extrem hohen Zahl von Blüten pro Fläche durchaus für energetisch anspruchsvolle Bestäuber wie Hummeln und Honigbienen wertvoll. Diese stellen mit Abstand die häufigsten Besucher, obwohl die offenen Scheibenblumen nach dem klassischen Konzept der Bestäubungssyndrome eher als Fliegenblumen einzuordnen wären. Da *B orientalis* also eine attraktive Nahrungsquelle darstellt, ist es denkbar, daß die Fitneß von sympatrischen und synchron blühenden Arten herabgesetzt wird, indem Bestäuber von diesen Arten abgezogen werden.

Schlüsselbegriffe: Hymenoptera: Apidae: *Andrena*, *Apis*, *Bombus* - Diptera: Syrphidae - Bestäubung - Konkurrenz - Nektarproduktion - Neophyten

SCHÜRKEN S & CHITTKA L [Zool II, Biocentre, Univ, D-97074 Würzburg]: **The Significance of the Invasive Crucifer Species *Bunias orientalis* (Brassicaceae) as a Nectar Source for Central European Insects.**- Entomol Gener 25(2): 115-120; Stuttgart 2001-03. - - - [Article]

The Turkish warty cabbage (or Russian old man) *Bunias orientalis* (Linnaeus 1753) is an extremely successful invasive plant species, which has firmly established itself in many central European habitats, and is rapidly expanding. For the first time, the nectar production and pollinators of this plant species are described, in order to predict its value as a food source for native insects. In addition, this study aims to predict possible competitive interactions with native plants in the context of pollination. It was found that nectar production per flower in *B orientalis* is relatively low. However, because of the extremely high number of flowers per plant and per area, this plant is a valuable food source for energetically demanding visitors such as bumble bees and honeybees. These are the most common visitors to *B orientalis*, even though classical pollination syndromes would categorise this flower as fly-pollinated. Since *B orientalis* is an attractive nectar source, it is conceivable that there is a negative impact of its presence on the fitness of native species, simply by depressing visitation frequencies to other species.

Key words: Hymenoptera: Apidae: *Andrena*, *Apis*, *Bombus* - Diptera: Syrphidae - competition - nectar production - neophytes - pollination

0171-8177/01/0025-0115 \$ 1.50

© 2001 E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, D-70176 Stuttgart

1 Einleitung

Ein Großteil der eingeführten Pflanzenarten ist in der Konkurrenz um Ressourcen den einheimischen Arten unterlegen und kann sich nicht etablieren [SCHROEDER 1998]. Die invasiven Arten unter den Neophyten allerdings zeigen passende Strategien, um erfolgreich konkurrieren zu können [WADE 1997].

Neophyten mit stark expandierenden Beständen, sind oft gut auf ihre Konkurrenzfähigkeit um Ressourcen wie Licht, Wasser, Boden und Nährstoffe untersucht [BEERLING & PERRINS 1993; PYŠEK & PRACH 1995]. Ob die Verfügbarkeit der Ressource ‚Bestäubung‘ bei der Konkurrenz unter zoogamen Pflanzen ebenfalls eine Rolle spielt, ist bezüglich Neophyten nicht bekannt [SCHÜRKENS 1999]. Auch bei *Bunias orientalis* L ist die Konkurrenzfähigkeit um Bestäubung sowie die Zusammensetzung der Bestäuberfauna unbeschrieben. Die aus dem Kaukasus stammende invasive Brassicaceae-Species, die seit über 150 Jahren in Deutschland nachgewiesen ist [TUTIN et al 1993], wurde wegen ihrer Expansion in Süddeutschland in den letzten drei Jahrzehnten bereits auf die proximatsten Strategien hin untersucht [ULLMAN et al 1988; DIETZ et al 1996; STEINLEIN 1996; DIETZ & STEINLEIN 1998]. Konkurrenz von blütenbesuchten Pflanzen um Bestäuber ist weit verbreitet und kann unter Umständen zur Elimination einer unterlegenen Art aus einem Habitat führen [WASER 1983].

Im Rahmen einer im Frühjahr 1998 durchgeführten Freilanduntersuchung wurde erstmalig das Besucherspektrum von *Bunias orientalis* (Linnaeus 1753) erfaßt und die Besuchsraten von den Blütenbesuchern mit Besuchsraten einer vergesellschafteten nativen Art verglichen. Außerdem wurde die Nektarproduktion und das Blütenangebot ermittelt. Die Blüten dieser Art sind mit ihrer leuchtend gelben, radiärsymmetrischen Erscheinungsform typisch für Brassicaceae; sie besitzen vier Nektarien, die sich in den Achseln zwischen den Kronblättern befinden.

Gemäß der Blütentypisierung (offene Scheibenblumen) handelt es sich um eine Blütenform, die in der Hauptsache von kleinen, solitären Bienen, Fliegen und Käfern besucht werden sollte, zumindest nach dem Konzept der Bestäubungssyndrome, nach dem bestimmte Kategorien von Bestäubern mehr oder weniger enge Affinitäten an bestimmte Blütentypen haben. [HESS 1990; FAEGRI & VAN DER PIJL 1978]. Dieses Konzept wird jedoch, zumindest in seiner strikten Form, zunehmend kritisiert [CHITTKA & WASER 1997; WASER et al 1996]. Daher ist es wichtig, die Bestäuber einer Pflanzenart von Fall zu Fall empirisch zu ermitteln, was hier für *Bunias orientalis* erfolgt.

2 Material und Methoden

Als Untersuchungsgebiet diente ein Reinbestand von *B orientalis* mit einer naturbelassenen Fläche von 400 m² im Botanischen Garten Würzburg, an dessen Rand auch die Untersuchungen zu den Besuchern einer zweiten Art (Referenzart) durchgeführt wurden (*Vicia sepium* Linnaeus 1753, Fabaceae). Während der Hochblüte von *B orientalis*, Mitte Mai bis Anfang Juni 1998, wurden die Anzahl der Besuche pro Blüte und Zeit (80 x 10-Minuten-Intervalle) an *B orientalis* und *V sepium* im Botanischen Garten ermittelt.

Hierbei wurde das Besucherspektrum an *B orientalis* während des Untersuchungszeitraumes erfaßt. Das Blütenangebot an *B orientalis* wurde durch Zählen der Blüten von einzelnen, markierten Blütenständen und der Hochrechnung mit der erfaßten Gesamtzahl an Infloreszenzen pro Pflanze ermittelt.

Zur Ermittlung der Nektarproduktion wurden die Blüten im Mittel 24h in Fliegengaze gehüllt. Bei *V sepium* wurde der Nektar im Freiland mit Glaskapillaren mit definiertem Volumen (0,5-2µl) entnommen. Bei *B orientalis* mußte der Nektar wegen den sehr geringen Mengen im Labor mit maschinell fein ausgezogenen Borsilikat-Glaskapillaren entnommen werden und die Nektarmenge über die Gewichts Differenz zwischen leerer und voller Kapillare ermittelt werden. Der Zuckergehalt wurde mit einem Refraktometer (Atago HSR500) bestimmt.

3 Ergebnisse

Bunias orientalis ist ein sehr zeitiger Frühjahrsblüher. Die Blütezeit beginnt standortabhängig bereits Anfang Mai und dauert in der Regel bis Mitte Juli [OBERDORFER 1993]. Die Hochblüte findet bereits Ende Mai bzw Anfang Juni statt. Während der Untersuchungszeit wurden bis zu 2.060 Blüten pro m² (N 9; MW 1771,1; StAbw 272,82) gezählt. Als Besuchsrate wird die Anzahl Besuche pro Blüte pro Zeiteinheit bezeichnet [FEINSINGER 1987]. Trägt man die Besuchsraten gegen die Nektarproduktion auf, unterscheiden sich die beiden Pflanzenarten stark in ihrer Qualität (Abb 1): *B orientalis* bietet pro Blüte um den Faktor 17 weniger Nektarproduktion als *V sepium*; ebenso verhält es sich mit den Besuchsraten. Dies unterstützt die Hypothese, dass die Bestäuber auch bei ortsfremden Pflanzenarten i.W von ökonomischen Entscheidungen geleitet werden.

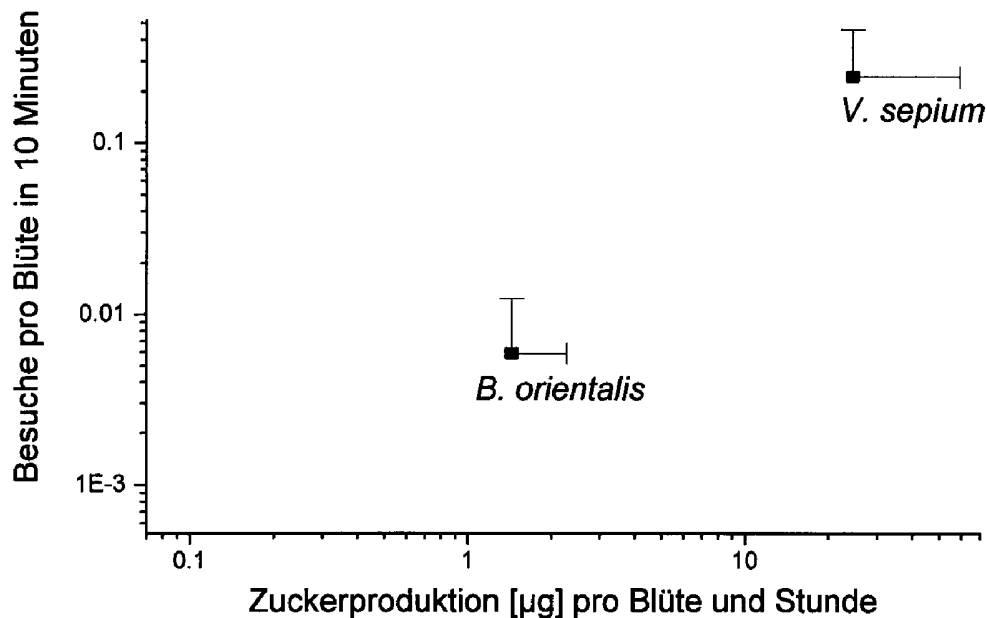


Abb 1: Die Besuchsrate (Zahl der Blütenbesucher je Blüte je 10-min-Intervall) als Funktion der mittleren Zuckerproduktion je Blüte je Stunde für die beiden Pflanzenarten *B(unias) orientalis* (Linnaeus 1753) [Brassicaceae] und *V(icia) sepium* Linnaeus 1753 [Fabaceae].- Die Zuckerproduktion wurde bestimmt, indem die Blüten für ein genau definiertes Zeitintervall von Besuchern abgeschirmt und die akkumulierte Nektarmenge mit Mikrokapillaren entnommen und gemessen wurde (Konzentrationsbestimmung mit Refraktometer). Zahl der für die Besuchsraten herangezogenen 10-min-Intervalle: *B orientalis* N = 65; *V sepium* N = 80). Zahl der Nektarmessungen: *B orientalis* N = 48; *V sepium* N = 120).

Allerdings findet man auf der gleichen Fläche im Mittel 16 mal mehr *B orientalis*-Blüten als solche von *V sepium*. Dadurch korrigiert sich die Qualität (als Nektarproduktion pro Fläche) für *B orientalis* entscheidend (Abb 2). Allerdings müssen die Besucher bei *B orientalis* wegen der vielen kleinen Blüten größere Flugwege pro gesammelter Nektarmenge zurücklegen.

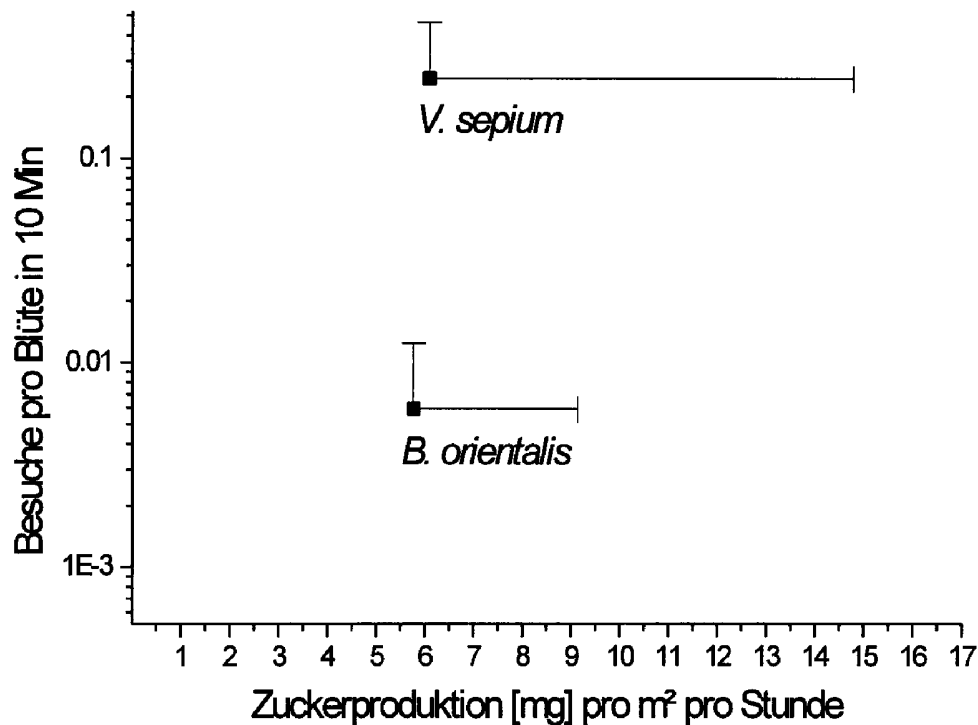


Abb 2: Die Besuchsrate (Zahl der Blütenbesucher je Blüte je 10-min-Intervall) als Funktion der mittleren Zuckerproduktion je Fläche (mittlere Anzahl Blüten je m²) pro Stunde, für die beiden Pflanzenarten *B(unias) orientalis* (Linnaeus 1753) [Brassicaceae] und *V(icia) sepium* Linnaeus 1753 [Fabaceae].- Stichprobengrößen entsprechend Angaben zu Abb 1.

Damit bleiben die typischen Bienenblüten mit Ihrem hohen Nektargehalt pro Blüte attraktiver. Außerdem findet sich diese Blütendichte nur in Reinbeständen, die mehrere Quadratmeter Bodenfläche bedecken. Es bleibt jedoch zu bemerken, daß *B orientalis* trotz seiner geringen Nektarproduktion pro Blüte durch die extrem hohe Zahl seiner Blüten pro Pflanze und Fläche auch für energetisch anspruchsvolle Besucher (wie Hummeln oder Honigbienen) eine adäquate Nektarquelle ist. In Übereinstimmung mit dieser Tatsache waren Hummeln der Arten *Bombus terrestris* (Linnaeus 1758), *Bombus pascuorum* (Scopoli 1763), *Bombus lapidarius* (Linnaeus 1758), und Honigbienen (*Apis mellifera* Linnaeus 1758) die hauptsächlichen Blütenbesucher (**Abb 3**). Eine weitere wichtige Besuchergruppe waren mehrere nicht identifizierte Arten der Gattung *Andrena*. Schwebfliegen (Syrphidae) stellten nur etwa 5% der Besucher.

4 Diskussion

Zur Hochblüte bieten die Bestände von *B orientalis*, die bis über 2m hoch werden können, oft mehr als 2.000 nektarspendende Blüten je Pflanze. Die je Blüte und Zeiteinheit produzierte Menge an Zucker ist zwar relativ gering. Durch die große Blütenzahl je Fläche vermag *B orientalis* aber zur Hochblüte vor allem Honigbienen und Erdhummeln anzulocken.

Beurteilt man die Blüten nach dem Syndromkonzept, wären weder *Bombus terrestris* noch *Apis mellifera* als bedeutsame Besucher zu erwarten. Die Besucher blieben auch bei gleich weit entferntem Angebot von ertragreicheren Blüten (z.B. von *V. sepium*) stets blütenstet [eigene Beobachtung; SCHÜRKEN 1999], obwohl die gleiche Menge an Nektar bei *B. orientalis* im Vergleich zu *V. sepium* vermutlich mit höherem Flugaufwand verbunden ist.

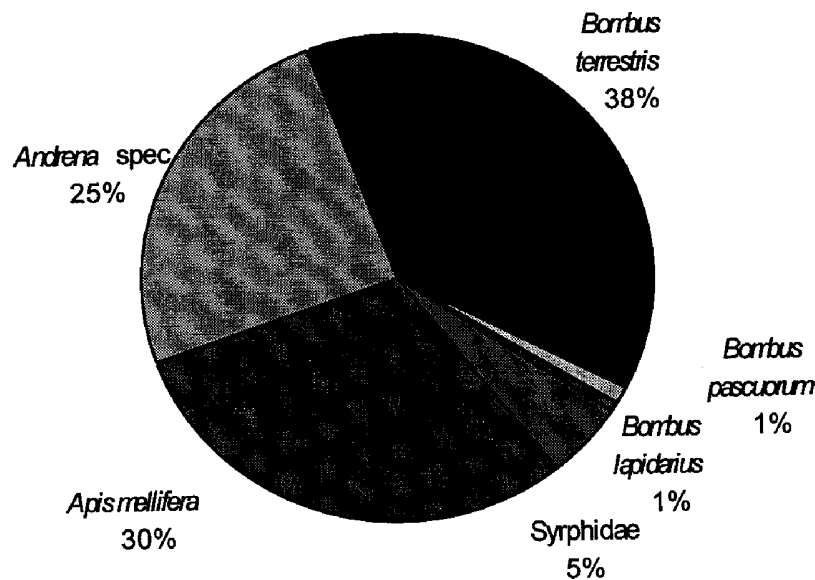


Abb 3: Prozentuale Verteilung der Blütenbesucher auf einem ausgedehnten Bestand von *Bunias orientalis* (Linnaeus 1753) [Brassicaceae] zur Zeit der Hochblüte (totale Beobachtungsdauer 33 h, 30 min; Zeitraum: 1998-V-21 / -VI-05).

Abhängig von der Blütendichte verändert sich das Besucherspektrum. Damit kann *B. orientalis* zur Zeit der Hochblüte durchaus mit einheimischen Arten um die Bestäubungsdienste von Hummeln und Honigbienen konkurrieren, wie dies auch für das Indische Springkraut *Impatiens glandulifera* Royle [Balsaminaceae] gezeigt werden konnte [SCHÜRKEN 1999].

Dieser Faktor könnte letztlich zusammen mit den anderen Kompetenzfähigkeiten auch eine Rolle bei der Verdrängung einheimischer Arten durch sogenannte invasive Pflanzenarten spielen. Allerdings wäre es hier wichtig, den bestäubungsbezogenen Einfluß von invasiven angiospermen Pflanzen auf die Fitness einheimischer Arten experimentell zu ermitteln.

Letztlich ist in Betracht zu ziehen, daß sich die Präsenz von *B. orientalis* somit zwar potentiell nachteilig auf die Bestäubung einheimischer Pflanzen auswirken könnte, daß aber nektar- und pollensammelnde Blütenbesucher in dieser Pflanze durchaus eine wertvolle Futterquelle finden könnten.

5 Literatur

- BEERLING D J & PERRINS J M [1993]: Biological Flora of the British Isles: I. glandulifera Royle.- J Ecol **81**: 367-382; Oxford / Britain.
- CHITTKA L & WASER N M [1997]: Why red flowers are not invisible to bees.- Isr J Plant Sci **45**: 169-183; Jerusalem / Israel.
- CHITTKA L, THOMSON J D & WASER N M [1999]: Flower constancy, insect psychology, and plant evolution.- Naturwiss **86**: 361-377; Berlin / Deutschland.
- DIETZ H & STEINLEIN T [1998]: The impact of anthropogenic disturbance on life stage transitions and stand regeneration of the invasive plant *Bunias orientalis* L.- In: STARFINGER U, EDWARDS K, KOWARIK I, WILLIAMSON M [eds]: Plant invasions: 169-184.- Backhuys Publishers, Leiden / Nederland.
- DIETZ H, STEINLEIN T, WINTERHALTER P & ULLMANN I [1996]: Role of allelopathy as a possible factor associated with the rising dominance of *Bunias orientalis* L. (Brassicaceae) in some native plant assemblages.- J Chem Ecol **22**: 1797-1811; New York / USA.
- FAEGRI K & VAN DER PIJL L [1978]: The principles of pollination ecology, Vol 3.- Pergamon Press; Oxford / Britain.
- FEINSINGER P [1987]: Effects of plant species on each other's pollination: is community structure influenced?- TREE **2**: 123-126; Amsterdam / Nederland.
- OBERDORFER E [1993]: Süddeutsche Pflanzengesellschaften, Teil 3.- Verlag Fischer; Jena / BR Deutschland.
- PYŠEK P & PRACH K [1995]: Invasion dynamics of *Impatiens glandulifera*: A century of spreading reconstructed.- Biol Conserv **74**: 41-48; Amsterdam / Nederland.
- SCHROEDER F [1998]: Lehrbuch der Pflanzengeographie.- Verlag Quelle & Meyer; Wiesbaden / BR Deutschland.
- SCHÜRKEN S [1999]: Der Einfluß von Neophyten auf den Bestäubungserfolg vergesellschafteter, einheimischer Pflanzenarten.- Diplomarbeit am Theodor-Boveri-Biozentrum der Universität Würzburg; Würzburg / Deutschland.
- STEINLEIN T, DIETZ H & ULLMANN I [1996]: Growth pattern of the alien perennial *Bunias orientalis* (Brassicaceae) underlying its rising dominance in some native plant assemblages.- Vegetatio **125**: 73-82; Dordrecht / Nederland.
- TUTIN T G, HEYWOOD V H, BURGESS N A, CHATER A O, EDMONDSON J R, MOORE D M, VALENTINE D H, WALTERS S M & WEBB D A [1993]: Flora Europaea, 2. Aufl., Vol 1.- University Press; Cambridge / Britain.
- ULLMANN I, HEINDL B, FLECKENSTEIN M & MENGLING I [1988]: Die straßenbegleitende Vegetation des Mainfränkischen Wärmegebietes.- Berichte ANL **12**: 141-187; Laufen / Deutschland.
- WADE M [1997]: Predicting plant invasions.- In: BROCK J H, WADE M, PYŠEK P & GREEN D [eds]: Plant invasions: 4-11.- Verlag Backhuys Publisher; Leiden / Nederland.
- WASER N M [1983]: Competition for pollination and floral character differences among sympatric plant species: a review of evidence. In: JONES C E & LITTLE R J [eds]: Handbook of experimental pollination biology: 277-293.- Van Nostrand Reinhold Publishers; New York / USA.
- WASER N M, CHITTKA L, PRICE M V, WILLIAMS N & OLLERTON J [1996]: Generalization in pollination systems, and why it matters.- Ecology **77**: 1043-1060; Washington / USA.

Danksagung – Acknowledgements: Für Diskussionen und Unterstützung danken wir Herrn Dr Hansjörg Dietz und Frau Professor Dr Isolde Ullmann. Die Arbeit wurde durch die DFG gefördert (Ch 147/2-1 und SFB 554).

Anschrift der Verfasser – Authors' address: Diplombiologe Steffen Schürkens & Privatdozent Dr Lars Chittka, Lehrstuhl für Verhaltensphysiologie & Soziobiologie, Zoologie II, Biozentrum, Universität Würzburg, D-97074 Würzburg; Bundesrepublik Deutschland / F R Germany.