

***Solidago canadensis* und *Solidago gigantea* in Frankfurt am Main**

Indra Ottich

Zusammenfassung: Die beiden nordamerikanischen Goldruten-Arten *Solidago canadensis* und *S. gigantea* sind in Mitteleuropa weit verbreitet. Häufig wird nicht zwischen den beiden Arten unterschieden, die Angaben zur Ökologie scheinen für beide Arten weitgehend identisch. Durch eine Rasterkartierung des Stadtgebietes von Frankfurt am Main wird gezeigt, dass die Arten jedoch unterschiedliche Ansprüche haben. Während *Solidago canadensis* sehr häufig ist und alle typisch städtischen Bereiche besiedelt, wird *Solidago gigantea* nur selten und in eher stadttypischen Habitaten vorgefunden. Aufgrund der beobachteten Häufigkeiten und Wuchsorte wird eine Neueinschätzung der Zeigerwerte nach Ellenberg vorgeschlagen.

***Solidago canadensis* and *Solidago gigantea* in Frankfurt am Main**

Summary: *Solidago canadensis* and *S. gigantea* are two neophyte species from North America that are now common in Central Europe. Often their ecological properties are considered to be identical. However, a survey conducted in Frankfurt am Main showed that these two species have clearly different ecological preferences. While *S. canadensis* is common in urban habitats, *S. gigantea* is rarer in urban habitats and is mainly confined to the outskirts of the city. New ecological values – Ellenberg values – are proposed for *S. gigantea*.

***Solidago canadensis* et *Solidago gigantea* à Francfort sur le Main**

Résumé : Les néophytes *Solidago canadensis* et *S. gigantea* en provenance d'Amérique du Nord sont largement répandus en Europe centrale. Ces plantes à forte croissance sont classées comme problématiques lorsqu'elles poussent dans des zones naturelles protégées et pour cette raison sont combattues. Les préférences écologiques des deux espèces sont souvent considérées comme largement ressemblantes. Grâce à un relevé cartographique de la commune de Francfort sur le Main, on a pu démontrer que les espèces favorisent pourtant des habitats distincts. Alors que *Solidago canadensis* est fréquente et peuple les habitats urbains, *S. gigantea* est moins répandue et se trouve plutôt dans des habitats à la périphérie non-urbaine. En se basant sur ces observations, de nouvelles valeurs indicatrices d'Ellenberg sont proposées pour *S. gigantea*.

Indra Ottich, Forschungsinstitut Senckenberg, Abteilung Botanik und molekulare Evolutionsforschung, Arbeitsgruppe Biotopkartierung der Stadt Frankfurt am Main, Senckenberganlage 25, 60325 Frankfurt am Main; Indra.Ottich@senckenberg.de

1. Einleitung

Die neophytischen Arten *Solidago canadensis* und *Solidago gigantea* gehören heute ganz selbstverständlich ins Stadtbild. Pro Blütenstand können mehr als 20000 Früchte, die leicht mit dem Wind verbreitet werden (Kowarik 2003), entstehen. Auf diese Weise gelingt es den *Solidago*-Arten, nahezu jeden geeigneten Standort rasch zu besiedeln. Dort erfolgt dann eine effektive vegetative Vermehrung, was zu Konflikten mit dem Naturschutz führen kann, wenn die ausdauernden Stauden in Biotope wie Halbtrockenrasen eindringen.

Beide Arten sind außerordentlich wuchskräftig und das, wie Jakobs & al. (2004) am Beispiel der Späten Goldrute (*Solidago gigantea*) untersuchten, in Europa noch sehr viel stärker als in ihrem natürlichen Verbreitungsgebiet Nord-Amerika. Dieses, bei Neophyten immer wieder beobachtete Phänomen, wird meist durch das Fehlen von Fraßfeinden und Pathogenen in der neuen Heimat erklärt.

Besonders in populärwissenschaftlicher Literatur, in der die *Solidago*-Arten als Problemunkräuter dargestellt werden, wird häufig nicht zwischen den beiden Arten unterschieden. Bei den ökologischen Zeigerwerten (Ellenberg 2001) gibt es nur wenige Abweichungen. Lediglich die Stickstoffzahl (*Solidago canadensis*: 6, *Solidago gigantea*: 7) und die Feuchtezahl (*Solidago canadensis*: indifferent, *Solidago gigantea*: 6) sind verschieden angegeben. Beide Arten werden als Lichtpflanzen (L8) eingestuft. Jakobs & al. (2004) beobachteten, dass *Solidago gigantea* in ihrem natürlichen Verbreitungsgebiet auf durch höhere Feuchtigkeit deutlich von den Standorten anderer Goldruten abgegrenzten Flächen wächst. In Europa beobachteten sie die Art dagegen auch auf trockeneren Flächen, entlang von Bahnlinien und auf Ruderalflächen. Die ökologische Trennung der Arten scheint in der neuen Heimat aufgehoben zu sein.

Mit Hilfe einer hochauflösenden Rasterkartierung sollte die aktuelle Verbreitung der beiden *Solidago*-Arten im Stadtgebiet von Frankfurt am Main ermittelt werden. Bei sehr ähnlichen ökologischen Ansprüchen sollte man von einer annähernd vergleichbaren Verbreitung ausgehen können. Die Ergebnisse der aktuellen Kartierung werden Daten gegenübergestellt, die von der Arbeitsgruppe Biotopkartierung am Forschungsinstitut Senckenberg zwischen 1986 und 1992 im Stadtgebiet erhoben wurden. Damit soll geprüft werden, ob sich die Verbreitung der Arten im Stadtgebiet während der letzten rund 15 Jahre verändert hat.

2. Herkunft und Einwanderung

Solidago canadensis und *S. gigantea* stammen aus Nord-Amerika und wurden zunächst als Zierpflanzen eingeführt. *Solidago canadensis* gelangte bereits 1648 nach Europa, *S. gigantea* wurde erst 1758 eingeführt (Hartmann & Konold 1998).

In alten Florenwerken über den Frankfurter Raum fehlen beide Arten (Gärtner & al. 1799–1802, Fresenius 1832/1833, Focke 1856, Dosch & Scriba 1878, Wigand 1891, Burck 1941, Spilger 1941). Allerdings wurde *Solidago canadensis* schon vor 1800 im Botanischen Garten in Frankfurt kultiviert (Reichard 1782). Belege des 19. Jahrhunderts im Herbarium Senckenbergianum (FR) stammen, sofern ein Fundort angegeben wurde, aus Gärten oder wurden in Amerika gesammelt. Von Fresenius, der die beiden Arten

nicht in seinem „Taschenbuch zum Gebrauche auf botanischen Excursionen in der Umgegend von Frankfurt a.M.“ nennt, liegt ein Herbarbeleg von *Solidago gigantea* von 1823 vor – leider ohne Fundortangabe. Der Beleg stammt vermutlich aus dem Frankfurter Botanischen Garten.

Der derzeit älteste sichere Nachweis eines spontanen Vorkommens von *Solidago canadensis* auf Frankfurter Boden ist ein Herbarbeleg: „A.W. Peipers, August 1910, Ffm-Oberrad auf Schutt. (FR)“.

Der Beginn der Verwilderung von *Solidago gigantea* lässt sich anhand von Herbarbelegen nicht nachvollziehen. Außer Gartenmaterial von Becker aus den 1820er Jahren liegt nur ein vermutlich von Dürer gesammelter Beleg ohne jegliche Angaben vor. Die zur Zeit älteste bekannte Beobachtung machte Kalheber (persönliche Mitteilung), der *Solidago gigantea* verwildert am Nidda-Ufer bei Praunheim in den Jahren 1958 und an der selben Stelle 1962 fand.

Insgesamt sind verwertbare Informationen über die Frühzeit der Ausbreitung rar. Bis heute werden Gartenflüchtlinge von Botanikern häufig nicht „ernst genommen“. Hinzu kommt, dass die beiden Arten lange Zeit verwechselt wurden, weil das einfache Unterscheidungsmerkmal Stängelbehaarung – Stängel glatt und bereift: *Solidago gigantea*; Stängel unbereift, rau behaart: *Solidago canadensis* – erst sehr spät Eingang in die Bestimmungsliteratur gefunden hat. Da noch die 88. Auflage des Schmeil-Fitschen (Rauh & Senghas 1988) die Form der Rispenäste und die Länge der Zungenblüten als Unterscheidungsmerkmale anführt, erstaunt es nicht, dass falsch bestimmte Herbarbelege noch aus den 1980er Jahren vorliegen.

Bis zur Vorkriegszeit waren beide Arten beliebte Gartenpflanzen. Die eigentliche Ausbreitung erfolgte später. Anfang der 1950er Jahre breitete sich *Solidago canadensis* in den brachgefallenen Gärten um ausgebombte Häuser aus. Der endgültige Siegeszug der Kanadischen Goldrute erfolgte in den 1960er und 1970er Jahren. Durch zunehmenden Wohlstand fielen Gärten in den Außenbezirken der Städte brach. Dort entwickelten sich Massenbestände, wie sie noch heute auf entsprechenden Standorten beobachtet werden können (Adolphi 1995).

Seit ihrer starken Ausbreitung hat die Beliebtheit als Zierpflanze abgenommen. Aber noch immer werden Goldruten in Vor- und Schrebergärten gepflanzt und sind als Zierpflanzen zu erwerben. Die Blütenstände werden im Spätsommer häufig in „Bauernsträßen“ angeboten. Bis heute werden die Arten gelegentlich von Imkern als Bienenweide ausgebracht. Die dichten Bestände und besonders der späte Blühzeitpunkt machen die Art für diesen Zweck attraktiv.

3. Material & Methoden

Die Anthropochoren-Rasterkartierung wurde im Rahmen einer Dissertation an der Universität Frankfurt zwischen September 2002 und September 2005 durchgeführt. Über das gesamte Areal der Stadt wurde ein auf der digitalen Stadtgrundkarte basierendes Raster gelegt. Dieses Raster ist nicht identisch mit der Einteilung der Messtischblätter, erlaubt jedoch eine höher auflösende Kartierung und hat sich für Städte gut bewährt (Lenzin & al. 2001). Ein Rasterfeld entspricht einem Sechzehntel Luftbild, hat eine Seitenlänge von 500 m und umfasst demnach 0,25 km². So aufgeteilt hat das Stadtgebiet

1134 Felder. Davon konnten 1071 Felder begangen werden, die übrigen sind entweder unzugänglich – vor allem Rhein-Main Airport und Industriepark Höchst – oder sie wurden von der Kartierung ausgeschlossen, da nur wenige Quadratmeter des Rasterfeldes im Stadtgebiet liegen.

Zum Vergleich wurde das 1986 bis 1992 erhobene Datenmaterial der Arbeitsgruppe Biotopkartierung am Forschungsinstitut Senckenberg verwendet. Diese Daten liegen nicht in Form einer Rasterkartierung vor sondern als Vegetationsaufnahmen, die sich mit Ausnahme des Stadtwaldes über das gesamte Stadtgebiet verteilen. Es wurde ausgewertet, in wie vielen Vegetationsaufnahmen neophytische *Solidago*-Arten gefunden worden waren, anschließend wurde die Lage der Vegetationsaufnahmen in die Rasterfelder der aktuellen Kartierung übertragen. Die Funde sind nicht mit Herbarmaterial dokumentiert, vereinzelte Verwechslungen können nicht ausgeschlossen werden.

4. Ergebnisse

Die Auswertung von Vegetationsaufnahmen der Arbeitsgruppe Biotopkartierung am Forschungsinstitut Senckenberg aus den Jahren 1986 bis 1992 erbrachte 478 Vegetationsaufnahmen, die Kanadische Goldrute enthielten, und nur 16 Aufnahmen mit Später Goldrute. Die Fundpunkte verteilen sich auf 288 (Abbildung 1) beziehungsweise 11 Rasterfelder (Abbildung 2).

Zwischen September 2002 und September 2005 wurde *Solidago canadensis* in 635 Rasterfeldern gefunden (Abbildung 3), dem stehen 12 Rasterfelder mit Funden von *S. gigantea* gegenüber (Abbildung 4).

Die im Verlauf der Rasterkartierung gefundenen Vorkommen von *Solidago gigantea* liegen ausnahmslos an den Ufern von Main und Nidda sowie im Stadtwald. Das größte Vorkommen befindet sich an der Nidda in der Nähe der Praunheimer Brücke, wo es bereits von Kalheber 1958 entdeckt worden war (Kalheber, mündliche Mitteilung, Dechent & Schartner 1992). Im Stadtwald wurden die Bestände entlang von schattigen Waldwegen beobachtet. Dort sind sie selten höher als 1 m und zählen oft nur wenige Sprosse. Dafür treten sie gebietsweise relativ häufig auf, so dass pro Rasterfeld im Wald in der Regel mehrere kleine Vorkommen gefunden wurden.

Die Funde der Jahre 1982 bis 1992 zeigen einen Schwerpunkt der Verbreitung entlang des Mainufers, aber auch am Niddaufer und an den Bächen im Frankfurter Norden wurde die Art beobachtet. Funde aus dem Wald fehlen, da das Gebiet damals nicht untersucht wurde.

Zwischen 2002 und 2005 wurde *Solidago canadensis* mehrfach in ausgedehnten Beständen vorgefunden, insbesondere auf Ackerbrachen. Aber auch in aufgelassenen Gärten, Industriebrachen und auf Bahngelände kann man *Solidago canadensis* in Frankfurt häufig beobachten. Weiterhin findet man sehr oft kleine Exemplare in Pflasterritzen, die an ausreichend trittgeschützten Stellen zur Blüte gelangen können. Die Art wächst jedoch auch an den Ufern von Main und Nidda und entlang von großen Strassen. Als Begleiter der Bahnstrecken und Autobahnen gelangt sie bis in den Stadtwald, konnte jedoch nie entlang eigentlicher Waldwege gefunden werden, wie dies bei *Solidago gigantea* öfters der Fall war. An geeigneten Wuchsorten wurden Bestände von *Solidago canadensis* von bis zu 2 m Höhe gefunden.

Die Fundorte der Vergleichsdaten entsprechen den aktuellen Funden und verteilen sich ebenfalls mehr oder weniger über das gesamte Stadtgebiet.

5. Diskussion

Für das Stadtgebiet von Frankfurt am Main lässt sich ein deutlicher Unterschied in der Verbreitung von *Solidago canadensis* und *S. gigantea* erkennen. *Solidago canadensis* ist um ein Vielfaches häufiger als *Solidago gigantea*. Dies galt auch schon vor rund 15 Jahren, wie die Auswertung des Datenmaterials der Arbeitsgruppe Biotopkartierung zeigt. Dechent & Schartner (1992) nennen *Solidago gigantea* für die Zeit zwischen 1980 und 1991 im Stadtgebiet „selten bis zerstreut“ und zählen Main- und Niddaufer sowie den Stadtwald als Standorte auf. Sie postulierten eine Zunahme dieser Art im Stadtgebiet. Dem kann nicht zugestimmt werden. Derzeit scheint die Ausbreitung in unserer Region eher zu stagnieren.

Auch bei *Solidago canadensis* kann man nicht von einer Zunahme während der letzten 15 Jahre sprechen, auch wenn die absoluten Zahlen angestiegen sind. Die Vergleichsdaten wurden jedoch mit verschiedenen Methoden erhoben und die ältere Untersuchung wurde nicht mit dem Ziel einer flächendeckenden Untersuchung der Verbreitung dieser Art angefertigt.

Eine sehr ähnliche Kartierung wurde in Basel durchgeführt (Lenzin & al. 2001). Das Stadtgebiet Basel wurde in 124 Rasterfelder mit ebenfalls 500 m Kantenlänge unterteilt. Dort wurde *Solidago canadensis* in 109 Rasterfeldern gefunden, *Solidago gigantea* dagegen nur in 32. Diese Untersuchung ist vor dem Hintergrund besonders interessant, dass *Solidago gigantea* in der Region Basel als aggressiver Neophyt gilt. So berichteten Stöcklin & al. (2003), dass *Solidago gigantea* mit mehr als 150 Nachweisen zu den sehr häufigen Neophyten der Region gehört und in Naturschutzgebieten Probleme bereitet. Nach Brodtbeck & al. (1997) ist die Art in der Region Basel in rasanter Ausbreitung begriffen. Bei Brodtbeck & al. (1999: 691) heißt es über *Solidago canadensis*: „Trockenheit besser ertragend als *S. gigantea*. Wärmeliebend.“ Über *Solidago gigantea* dagegen: „In den Flusstälern von Rhein, Birs und Wiese und an den Rändern der angrenzenden Hügelländer verbreitet und v.a. in der Oberrheinebene häufig. Häufig auch im Leimental. In der Oberrheinebene deutlich häufiger als *S. canadensis*, im Markgräfler Hügelland und in den Weitenauer Vorbergen sogar ausschließlich vertreten. Sonst selten bis fehlend.“

Vergleichbare Ergebnisse über die Verbreitung der Arten liegen auch aus anderen Städten vor. Zum Beispiel fand Thielecke (1987) bei einer Rasterkartierung des Stadtgebietes von Göttingen, dass *Solidago canadensis* über das gesamte Stadtgebiet verbreitet war, während *Solidago gigantea* nur in etwa 20 % der untersuchten Fläche gefunden wurde.

Die Ergebnisse aus einigen anderen Städten zeigen auf den ersten Blick weniger deutlich ausgeprägte Unterschiede. Düll & Kutzelnigg (1987) fanden in Duisburg *Solidago canadensis* in 38 von 40 und *Solidago gigantea* in 37 der 40 Felder. Sie kartierten allerdings auf Basis von Messtischblatt-Quadranten. Im Nachtrag heißt es aber auch hier über *Solidago gigantea*: „deutlich seltener als *Solidago canadensis*“.

Überträgt man die aktuellen Frankfurter Fundpunkte auf Messtischblatt-Quadranten, schrumpft das Verhältnis auf 4:1. Erst durch die detaillierte Kartierung wird deutlich, wie selten *Solidago gigantea* im Stadtgebiet wirklich ist. Auch Wittig (2002) bemerkte über *Solidago gigantea*: „deutlich seltener als *Solidago canadensis*“.

Deutschlandweit betrachtet steht *Solidago canadensis* derzeit auf Platz 6 der häufigsten Neophyten nach Messtischblattfrequenz (86,0 %), *Solidago gigantea* immerhin auf Platz 15 (75,7 %, Kowarik 2003).

Auffällig sind die Wuchsorte von *Solidago gigantea* im Stadtgebiet. In Frankfurt am Main wird sie nur an solchen Standorten gefunden, die eher untypisch und selten im Stadtbild sowie vergleichsweise siedlungsfern sind, an Flussufern und im Wald. Es ist deutlich, dass Unterschiede gegenüber den ökologischen Ansprüchen von *Solidago canadensis* bestehen, so dass eine Neueinschätzung der Zeigerwerte sinnvoll erscheint.

Die Ergebnisse bestätigen die Beobachtungen von Adolphi (1995), der darauf hinwies, dass *Solidago canadensis* offenbar nicht in der Lage ist, Wälder zu besiedeln, wohl aber *Solidago gigantea*. Er führte dies auf die Fähigkeit von *Solidago gigantea* zurück sehr lockere Bestände zu bilden, um mit den ungünstigen Lichtverhältnissen zurechtzukommen. Dies kann nach den aktuellen Beobachtungen im Untersuchungsgebiet bestätigt werden. *Solidago gigantea* bildet im Wald nicht nur lockere Bestände aus, sondern hat auch deutlich dünnere Stängel und Blätter als man sie für gewöhnlich bei *Solidago canadensis* vorfindet. Dies stimmt mit den Beobachtungen von Jakobs & al. (2004) überein, die in Amerika auch Bestände der Späten Goldrute in Wäldern untersuchten und bei diesen kleinere, dünnere Sprosse sowie sehr dünne, verlängerte Rhizome festgestellt hatten. In Europa waren ihnen jedoch keine Vorkommen in Wäldern aufgefallen.

Die Angabe L8 = Lichtpflanze (Ellenberg & al. 2001) wird dem Verhalten der Art nicht gerecht, denn in der Definition heißt es (Ellenberg & al. 2001, 12): „Die eigentlichen Lichtpflanzen (L9 und L8) vermögen nur eine geringe Minderung der Beleuchtungsstärke auf die Dauer zu ertragen.“ Da *Solidago gigantea* an schattigen Standorten gedeihen kann, sollte eine Einstufung als L7 in Erwägung gezogen werden.

Wie Jakobs & al. (2004) herausgearbeitet haben, gedeiht *Solidago gigantea* bei ozeanischem Klima mit geringen Temperaturschwankungen, hoher Winter- und niedriger Sommertemperatur am besten. Auf die Bevorzugung von feuchteren Standorten als bei *Solidago canadensis* wurde immer wieder von verschiedenen Autoren hingewiesen. Das Stadtklima hat gegenüber dem Umland verschiedene Abweichungen (Wittig 1991), so ist zwar die Wintertemperatur erhöht, aber ebenso die Sommertemperatur. Arten, die fast ausschließlich in Städten vorkommen sind zumeist ausgesprochene Wärmezeiger. Das kommt den Bedürfnissen von *Solidago canadensis* entgegen, dürfte aber einer der Gründe sein, warum *Solidago gigantea* in so verschiedenartigen Städten wie Frankfurt, Basel, Göttingen und Düsseldorf seltener ist. Es wäre wünschenswert, genaue Klimamessungen an typischen Wuchsorten durchzuführen, um offenbar bestehende Unterschiede in der Kontinentalitäts- und Temperaturzahl aufzeigen zu können. Insbesondere da nach Jakobs & al. (2004) *Solidago gigantea* am besten bei niedrigen Sommertemperaturen wächst und das Wachstum der Art negativ mit der Sonnenscheindauer korreliert ist! Nach den in Frankfurt ermittelten Ergebnissen sollte die Kontinentalitätszahl für *Solidago gigantea* von K5 zu K4 verändert werden und die Temperaturzahl der wärmeliebenden *Solidago canadensis* von T6 auf T7.

Außer der Temperatur dürfte sich vor allem der veränderte Feuchtigkeitshaushalt in Städten ungünstig auf Wachstum und Verbreitung von *Solidago gigantea* auswirken. Nicht nur das Regenwasser steht den Pflanzen wegen starker Versiegelung oder besonders durchlässigen Böden kaum zur Verfügung, auch die Luftfeuchtigkeit ist gegenüber dem Umland um 8–10 % herabgesetzt. Insbesondere der Tauabsatz kann in Städten gegenüber dem Umland extrem verringert sein (Wittig 1991). Damit könnte auch erklärt werden, weshalb *Solidago gigantea* beispielsweise in der Stadt Basel eher selten vorkommt, während sie in der Oberrheinebene als aggressiver Neophyt gilt und große Bestände bilden kann.

Insgesamt stellt sich *Solidago gigantea* als eine Art dar, die unter dem Einfluss typischen Stadtklimas eher konkurrenzschwach ist. Ihre Vorkommen auf eher naturnahen Standorten werden jedoch in manchen Regionen, beispielsweise in der Schweiz (Brodbeck & al. 1999) oder in Ungarn (Botta-Dukát & Dancza 2001) auch weiterhin Probleme für den Naturschutz bereiten. Für das Stadtgebiet von Frankfurt ist keine Zunahme von *Solidago gigantea* seit 1992 zu verzeichnen, wie dies bei anderen Neophyten durchaus beobachtet werden konnte (beispielsweise *Chenopodium pumilio*, *Senecio inaequidens*). Bei der derzeitigen Stadtentwicklung (Zunahme der Bebauung, Entstehen neuer Stadtteile) ist nach den vorliegenden Ergebnissen nicht zu erwarten, dass diese Art sich weiter ausbreiten kann.

Solidago canadensis wächst zwar auch an Flussufern und lichten Auwäldern, kommt aber in Frankfurt eher im Gefolge des Menschen vor, wo von naturnahen Habitaten ohnehin nicht mehr die Rede sein kann. Ihre Fähigkeit auf „Restflächen“, also an Autobahnrandern und dergleichen zu wachsen, führt dazu, dass sie gelegentlich sogar positiv aufgenommen wird, als Blühaspekt und Nektarquelle im Spätsommer. Sie wird bei fortschreitender Verstädterung und Erwärmung der Erdatmosphäre sicher zu den Gewinnern zählen, denn für Hitze und Trockenheit bringt sie gleich mehrere physiologische Anpassungen mit (zusammengefasst bei Kowarik 2003).

Danksagung

Danken möchte ich Klaus Adolphi, Gabi Jakobs und Georg Zizka für inhaltliche Anregungen; Kurt Baumann, Dirk Bönsel, Heinz Kalheber und Hannes Knapp für Hinweise auf Vorkommen im Stadtgebiet.

6. Literatur

- Adolphi K. 1995: Neophytische Kultur- und Anbaupflanzen als Kulturflüchtlinge des Rheinlandes. – *Nardus* **2**, 1–272, Wiehl.
- Botta-Dukát Z. & I. Dancza 2001: Effect of weather conditions on the growth of *Solidago gigantea*. In: G. Brundu, I. Brock, I. Camarda, L. Child & M. Wade: Plant invasions: Species Ecology and Ecosystem Management, 47–54. – Backhuys, Leiden.
- Brodbeck T., M. Zemp, M. Frei, U. Kienzle & D. Knecht 1997: Flora von Basel und Umgebung 1980–1996. Teil 1. – Mitt. Naturforsch. Gesellsch. Beider Basel **1**, 1–543, Liestal.
- Brodbeck T., M. Zemp, M. Frei, U. Kienzle & D. Knecht 1999: Flora von Basel und Umgebung 1980–1996. Teil 2. Spezieller Teil. – Mitt. Naturforsch. Gesellsch. Beider Basel **2**, 546–1003, Liestal.
- Burck O. 1941: Die Flora des Frankfurt-Mainzer Beckens. II. Phanerogamen <Blütenpflanzen>. – Abhandl. Senckenberg. Naturforschenden Ges. **453**, 1–247, Frankfurt a. M.

- Dechent H.-J. & S. Schartner 1992: Entwicklungstendenzen seltener und gefährdeter Tier- und Pflanzenarten im Stadtgebiet von Frankfurt am Main. – Unpubliziertes Gutachten der Arbeitsgruppe Biotopkartierung, Forschungsinstitut Senckenberg. 115 Seiten.
- Dosch L. & J. Scriba 1878: Excursions-Flora der Blüten- und höheren Sporenpflanzen mit besonderer Berücksichtigung des Grossherzogthums Hessen und der angrenzenden Gebiete. – H. L. Schlapp, Darmstadt, LXXIX + 572 Seiten.
- Düll R. & H. Kutzelnigg 1987: Punktkartenflora von Duisburg und Umgebung. Mit Angabe der Standortansprüche, Einbürgerungsweise und Gefährdung für alle im weiteren Raum um Duisburg seit 1800 beobachteten Gefäßpflanzen. 2. Aufl. – IDH, Rheurdt. 378 Seiten.
- Ellenberg H., H. E. Weber, R. Düll, V. Wirth & W. Werner 1992: Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa, 3. Auflage. – Scripta Geobotan. **18 [3. Auflage]**, 1–262, Göttingen.
- Fresenius G. 1832/1833: Taschenbuch zum Gebrauche auf botanischen Excursionen in der Umgegend von Frankfurt a. M., enthaltend eine Aufzählung der wildwachsenden Phanerogamen, mit Erläuterungen und kritischen Bemerkungen im Anhang. – Heinr. Ludw. Brönnert, Frankfurt am Main. **1** (1832), I–VI, 1–332, **2** (1833), 337–621.
- Fuckel L. 1856: Nassau's Flora. Ein Taschenbuch zum Gebrauche bei botanischen Excursionen in die vaterländische Pflanzenwelt. Phanerogamen. – Kreidel und Niedner, Wiesbaden, LXIV + 383 + XX Seiten, 1 geognostische Karte, 11 analytische Tafeln.
- Gärtner G., B. Meyer & J. Scherbius 1799–1802: Oekonomisch-technische Flora der Wetterau. – Philipp Heinrich Guilhauman, Frankfurt am Main. **1** (1799), I–XII, 1–532, 1 Karte; **2** (1800), I–II, 1–512; **3(1)** (1801), 1–438, 1–52; **3(2)** (1802), 1–391, 1–32.
- Hartmann E. & W. Konold 1998: Späte und Kanadische Goldrute (*Solidago gigantea* et *canadensis*): Ursachen und Problematik ihrer Ausbreitung sowie Möglichkeiten ihrer Zurückdrängung. In: R. Böcker, H. Gebhardt, W. Konold & S. Schmidt-Fischer (Hrsg.) 1998: Gebietsfremde Pflanzenarten. Auswirkungen auf einheimische Arten, Lebensgemeinschaften und Biotope. 2. Auflage, 93–104. – Ecomed, Landsberg.
- Jakobs G., E. Weber, & P. J. Edwards 2004: Introduced plants of the invasive *Solidago gigantea* (Asteraceae) are larger and grow denser than conspecifics in the native range. – Div. Distrib. **10**, 11–19, Oxford, Berlin & Wien.
- Kowarik I. 2003: Biologische Invasionen: Neophyten und Neozoen in Mitteleuropa. – Ulmer, Stuttgart. 380 Seiten.
- Lenzin H., J. Kohl, R. Muehlethaler, M. Odiet, N. Baumann & P. Nagel 2001: Verbreitung, Abundanz und Standorte ausgewählter Neophyten in der Stadt Basel. – Bauhinia **15**, 39–56, Basel.
- Rauh W. & K. Senghas (Bearb.) 1988: Schmeil • Fitschen, Flora von Deutschland und seinen angrenzenden Gebieten. Ein Buch zum Bestimmen der wildwachsenden und häufig kultivierten Gefäßpflanzen. 88. Auflage. – Quelle und Meyer, Heidelberg & Wiesbaden. 608 Seiten.
- Reichard J. J. 1782: Verbesserungen und Zusätze zur Frankfurter Flora. – Hanauisches Mag. **3**, 17–29, Hanau.
- Spilger L. 1941: Senckenberg als Botaniker und die Flora von Frankfurt zu Senckenberg's Zeiten. – Abhandl. Senckenberg. Naturforschenden Ges. **458**, 1–175, Frankfurt a.M.
- Stöcklin J., P. Schaub & O. Ojala 2003: Häufigkeit und Ausbreitungsdynamik von Neophyten in der Region Basel: Anlass zur Besorgnis oder Bereicherung? – Bauhinia **17**, 11–23, Basel.
- Thielecke A. 1987: Spontane Flora und Vegetation im bebauten Stadtgebiet von Göttingen. – Staatsexamensarbeit, Univ. Göttingen [zitiert nach M. Bopp 1997: Die amerikanischen Goldruten *Solidago canadensis* L. und *S. gigantea* Ait. als Neophyten in Mitteleuropa: Besiedlung durch Insekten. – Gött. Naturkundl. Schriften **4**, 181–206, Göttingen.
- Wigand A. (Hrsg: F. Meigen) 1891: Flora von Hessen und Nassau. II. Teil. Fundorts-Verzeichnis der in Hessen und Nassau beobachteten Samenpflanzen und Pteridophyten. – Schriften Ges. Beförder. Gesamten Naturwiss. Marburg **12(4)**, I–VII, 1–565, 1 Karte.
- Wittig R. 1991: Ökologie der Großstadtflora. – Ulmer, Stuttgart. 261 Seiten.
- Wittig R. 2002: Siedlungsvegetation. – Ulmer, Stuttgart. 252 Seiten.

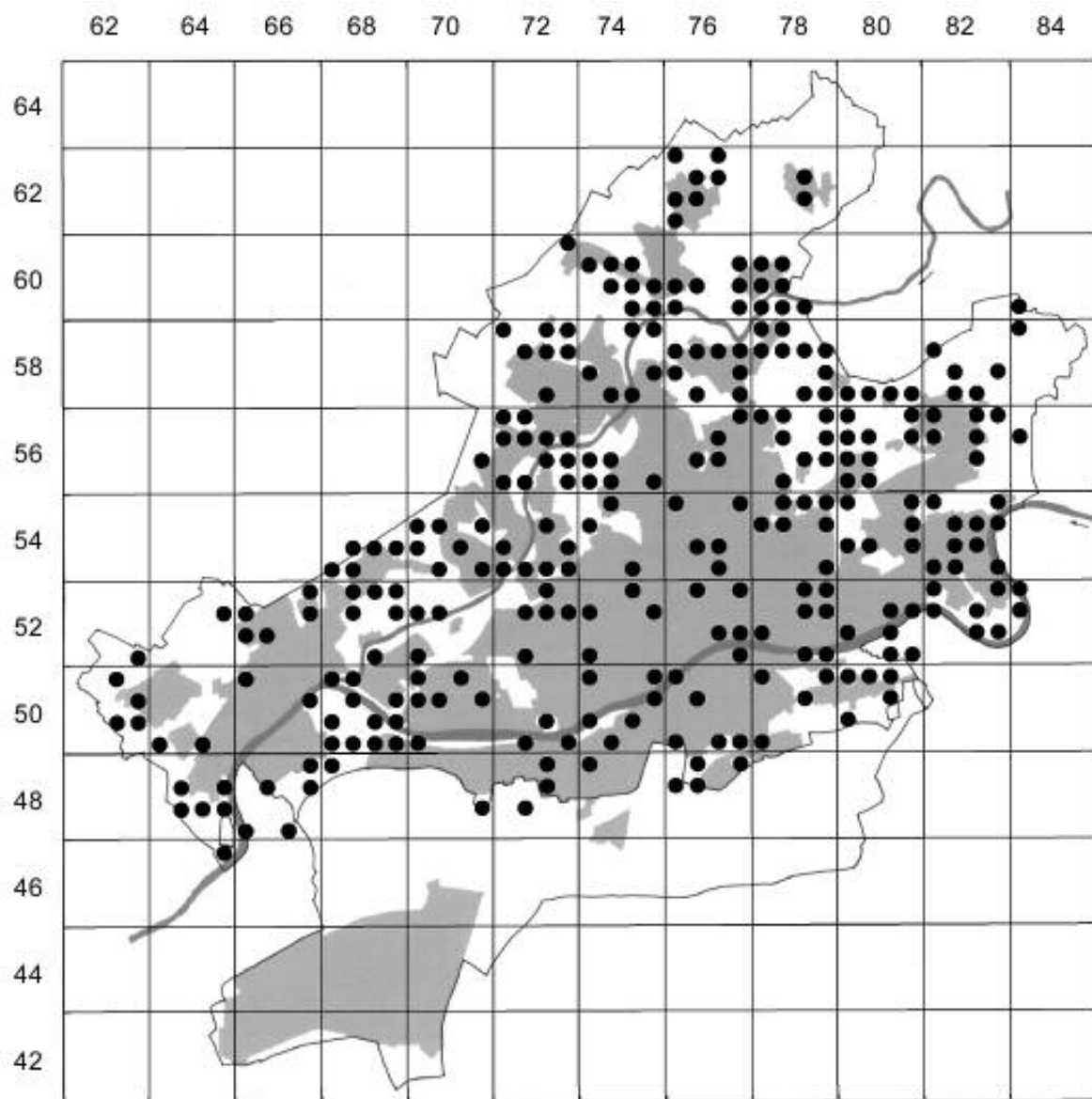


Abbildung 1: Verbreitung der Kanadischen Goldrute (*Solidago canadensis*) in Frankfurt am Main nach Ergebnissen der Arbeitsgruppe Biotopkartierung am Forschungsinstitut Senckenberg zwischen 1986 und 1992; Siedlungs- und Industrieflächen sind grau unterlegt, der Stadtwald ist durch eine Linie südlich des Mains abgetrennt.

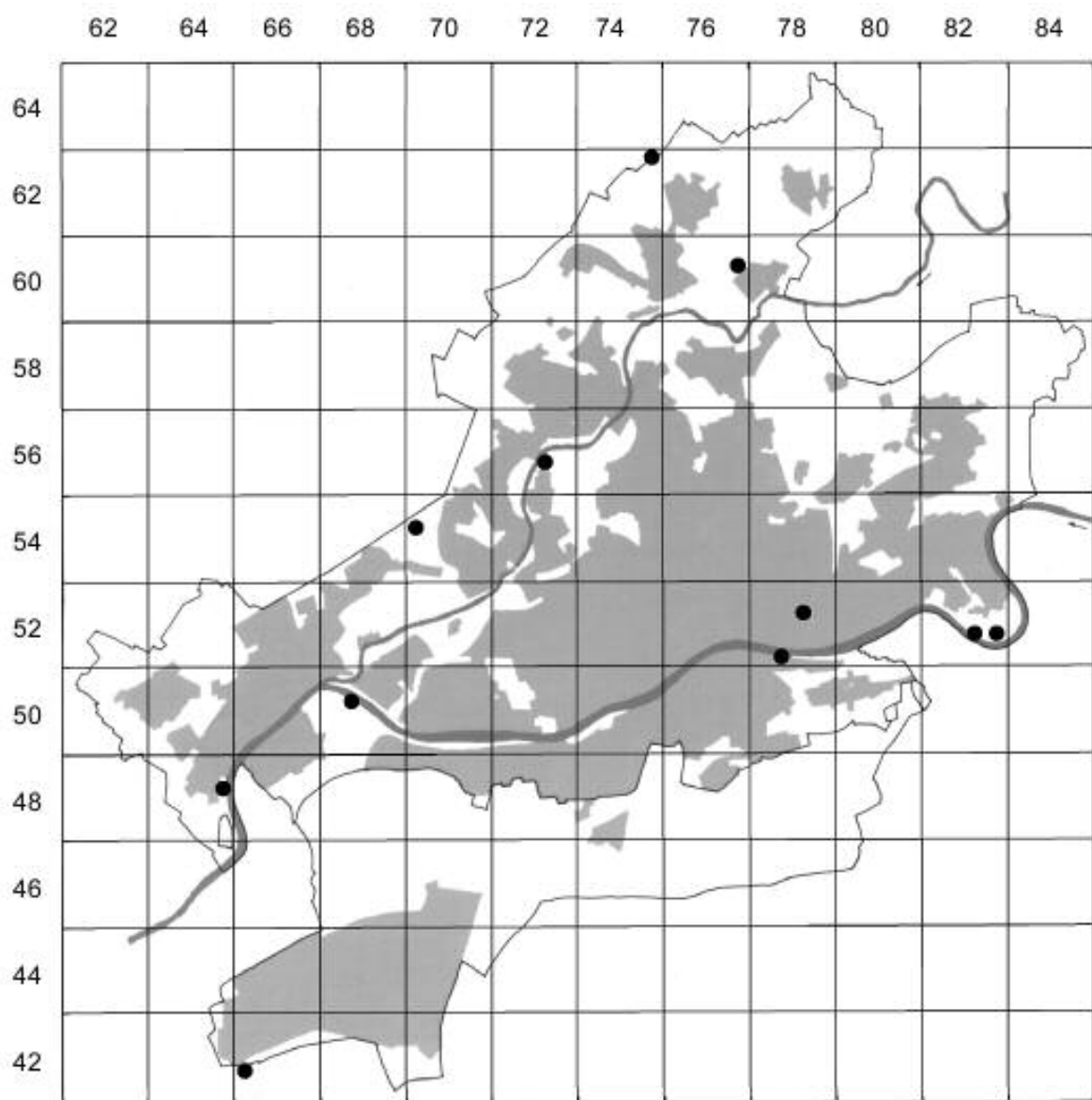


Abbildung 2: Verbreitung der Späten Goldrute (*Solidago gigantea*) in Frankfurt am Main nach Ergebnissen der Arbeitsgruppe Biotopkartierung am Forschungsinstitut Senckenberg zwischen 1986 und 1992, Siedlungs- und Industrie­flächen sind grau unterlegt, der Stadtwald ist durch eine Linie südlich des Mains abgetrennt.

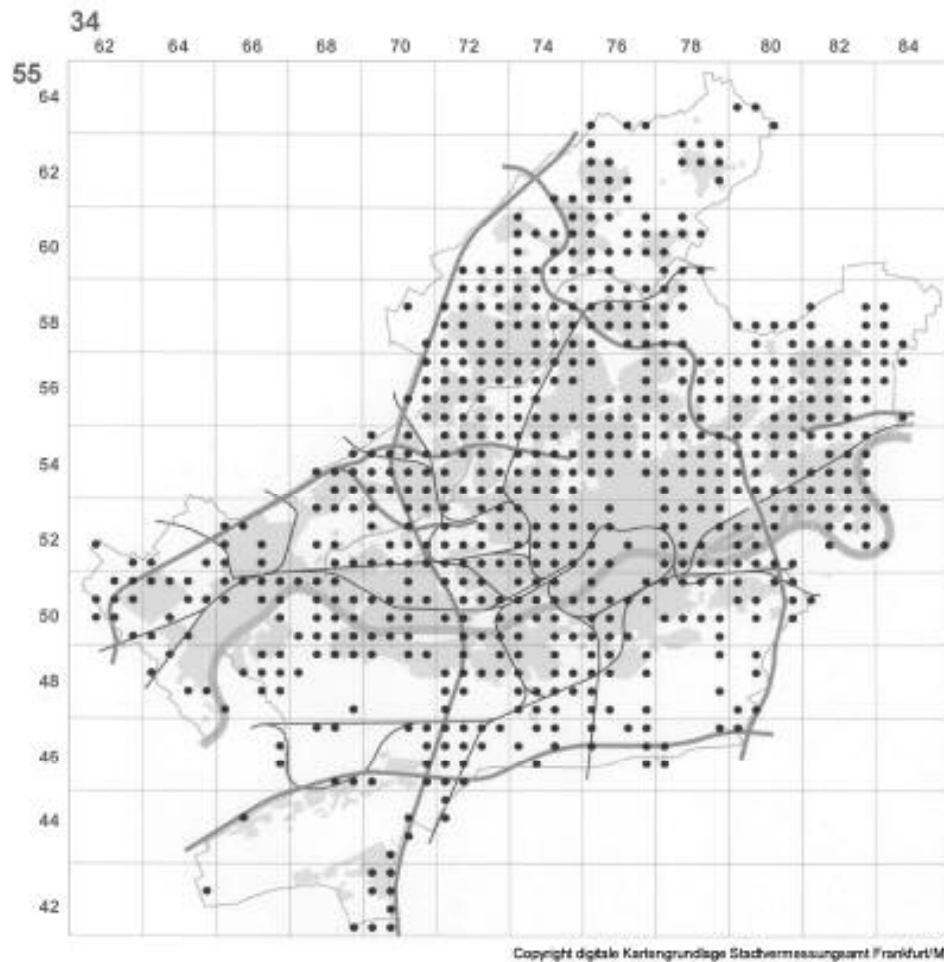


Abbildung 3: Verbreitung der Kanadischen Goldrute (*Solidago canadensis*) im Stadtgebiet von Frankfurt am Main nach Ergebnissen der Rasterkartierung zwischen 2002 und 2005; Siedlungs- und Industrieflächen sind grau unterlegt, Flüsse mittelgrau, Autobahnen breite Linien, Bahnstrecken schmale Linien.

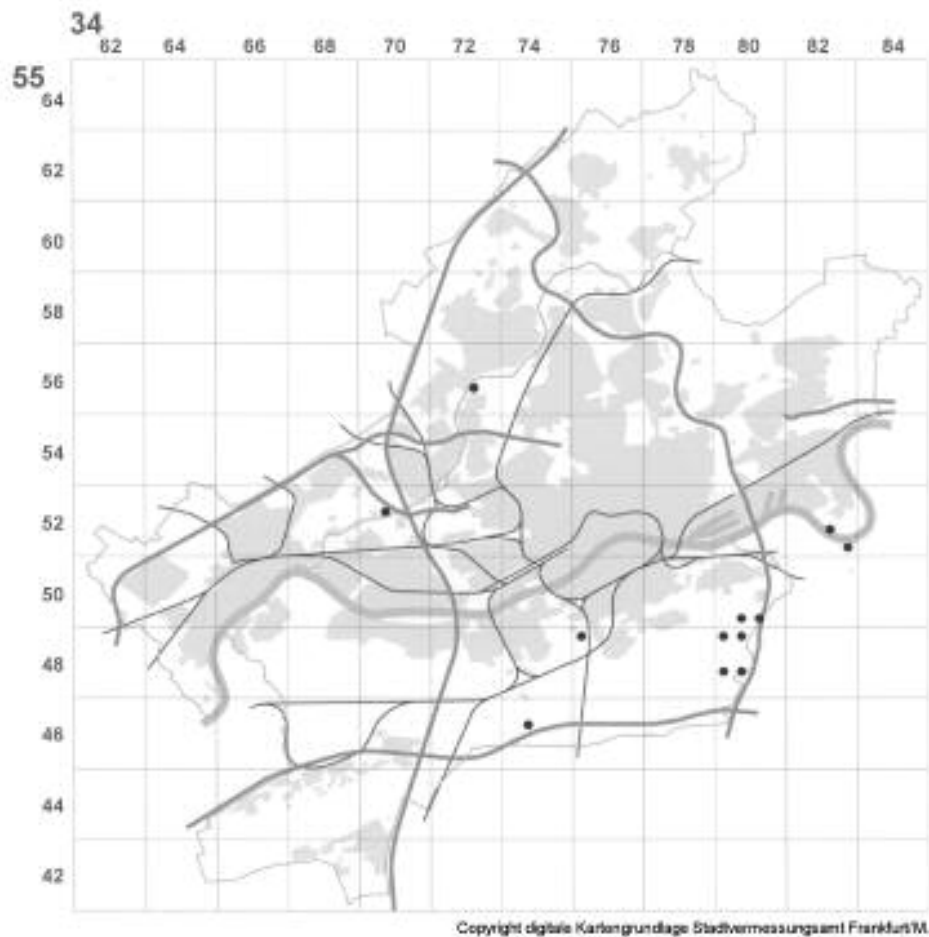


Abbildung 4: Verbreitung der Späten Goldrute (*Solidago gigantea*) im Stadtgebiet von Frankfurt am Main nach Ergebnissen der Rasterkartierung zwischen 2002 und 2005; Siedlungs- und Industrieflächen sind grau unterlegt, Flüsse mittelgrau, Autobahnen breite Linien, Bahnstrecken schmale Linien).