©Entomologischer Verein Apollo e.V. Frankfurt am Main; download unter www.zobodat.at

Der Schwarze Apollo (*Parnassius mnemosyne* Linnaeus, 1758; Lepidoptera, Papilionidae) im Vogelsberg (Deutschland, Mittelhessen): Überlegungen zu seinem Leben und Ableben

Michael Weiss

Dr. Michael Weiss, Hintergasse 5, D-35469 Allendorf (Lumda), Deutschland; mweissdr@t-online.de

Zusammenfassung: Der Schwarze Apollofalter (*Parnassius mnemosyne* Linnaeus, 1758, „ssp. *hassicus* Pagenstecher, 1911") wurde letztmalig im Zeitraum zwischen 1992 und 2001 beobachtet. Als Futterpflanze der Raupen wurde im Vogelsberg *Corydalis cava* und wurden nicht *C. intermedia* oder *C. solida* verwendet. Seit den 1960er Jahren begann eine stetige Abnahme der zuvor hohen Populationsdichten der Falter bis zum Zusammenbruch der Population Ende der 1980er Jahre. Grundsätzlich verantwortlich ist die Änderung der waldwirtschaftlichen Nutzungspraktiken über die Jahrzehnte. Als zusätzlich akut sehr bedeutend werden die Wirkungen der in den 1960er Jahren bis in die 1980er Jahre in hohen Konzentrationen vorkommenden gasförmigen Luftschadstoffe, besonders SO_2 und NO_x, eingeschätzt. Diese wirken bereits in den sehr niedrigen Konzentrationen von ca. 20 µg/m³ Luft schädlich auf Schmetterlinge (Lepidoptera), Hautflügler (Hymenoptera) und andere Insekten. Negative Einflußnahmen wurden aber auch schon bei 10 µg/m³ festgestellt. Der Klimawandel, der Ausbau der Oberwaldstraße im Hohen Vogelsberg zu einer breiten Ringstraße und die Rolle von Insektensammlern über die Jahrzehnte hin mögen die Populationsgröße des Falters insgesamt negativ beeinflußt haben, sind aber nicht die Hauptgründe für das Verschwinden der Art im Vogelsberg. Für Pläne einer Wiederansiedelung des Falters im Vogelsberg wären differenzierte Vorarbeiten zu leisten, wie zum Beispiel die exakte Kartierung der Futterpflanze und Arbeiten zur Biotopoptimierung, eventuell in enger ökologischer und finanzieller Verknüpfung mit dem partiell EU-finanzierten, 2010 begonnenen „Naturschutzgroßprojekt Vogelsberg e.V."

The Clouded Apollo (*Parnassius mnemosyne* Linnaeus, 1758, Lepidoptera, Papilionidae) in the Vogelsberg mountain area (Germany, Central Hesse): Considerations on its viability and failure to survive

Abstract: As it appears, the Clouded Apollo (*Parnassius mnemosyne* Linnaeus, 1758, „ssp. *hassicus* Pagenstecher, 1911") was last seen in the Vogelsberg mountain area of Central Hesse (administrative region of Mittelhessen), Germany, between 1992 and 2001. In the Vogelsberg area the predominantly utilized larval food plant was *Corydalis cava* and were not *C. intermedia* or *C. solida*. Since the 1960s of the last century a rapid decline of the formerly high population densities commenced. Finally, the collapse of the Vogelsberg population happened at the end of the 1980s. A variety of factors is deemed responsible for this development: predominant are the changes in forest management strategies. Secondly there was the impact of air pollution with SO_2 and NO_x as toxic agents existing in high concentrations through the sixties until the eighties of the last century. The threshold level for SO_2 is around 20 µg/m³ of air, but a concentration as low as 10 µg/m³ can already cause destructive effects on populations of Lepidoptera and Hymenoptera. The rôle of climatic change, that of insect collectors and that of a broad express road in the Oberwald area are not held responsible for the initiation of the process of extinction after all. Efforts to reestablish the Vogelsberg-Apollo in its former habitat should be accompanied by thorough studies with regard to foodplant monitoring and habitat restructuring and improvement. Possibilities for an integration of such plans into the technical and financial frame of the „Naturschutzgroßprojekt Vogelsberg e.V." which has been ongoing since 2010 should be considered.

Historisches

Die Population des Schwarzen Apollofalters aus dem Vogelsberg wurde als eigene Unterart *Parnassius mnemosyne hassicus* Pagenstecher, 1911 beschrieben. Sie gehört nach Bryk (1935) zum „hessisch-hercynischen Kreis" des von ihm aufgestellten Ordnungssystems der Unterartenzugehörigkeiten von *Parnassius mnemosyne* (Linnaeus, 1758).

Erste Meldungen des Vorkommens der Art gehen auf das Jahr 1820 zurück, als die Falter auf dem heute dicht bewaldeten Taufstein von einem „Dr. Bauer" gesammelt wurden (Pagenstecher 1911). Auch Dr. von Heyden soll den Falter im Juni 1867 auf einer Lichtung in der Nähe des heute ebenfalls dicht mit Bäumen (Fichten) bestandenen, stellenweise felsigen Geiselsteins gefunden haben. Näheres beschreibt Brockmann (1989).

Wie Gönner (1930) darstellt, war es früher schwierig, überhaupt in den Hohen Vogelsberg zu gelangen. Für „normale" Zeitgenossen gab es dafür auch keinen Grund. Seltene Falter zu fangen war hier das primäre Interesse, wenn man sich denn überhaupt für einen solchen Gewaltmarsch nach umständlicher Bahnfahrt in die weitere Nähe der Fundorte entschied. Zuchten, um einwandfreie Individuen zu erhalten, wurden wegen der Häufigkeit der Apollofalter an ihren Flugstellen nicht notwendigerweise betrieben. Zudem ist der Lerchensporn als Futterpflanze keine leicht zu beschaffende Allerweltsart wie zum Beispiel etwa Löwenzahn, was das Züchten nicht ausschließt, aber doch schwieriger macht. Lederer (1938) erwähnt beiläufig, daß der Hessen-Apollo im Insektarium des Frankfurter Zoos („Insekten- und Schädlingsabteilung des Städtischen Tiergarten-Aquariums Frankfurt am Main") gezogen wurde. Details hierzu sind mir nicht bekannt. Koeniger (1954) hat den Falter in Schotten und in Offenbach am Main „im Zimmer und im Freien" gezogen. Er fand, daß die im Freien gefangenen Mittelgebirgsexemplare eine meist dunklere und schärfere Zeichnung aufwiesen als die im Maintal gezüchteten.

Beschreibung der Falter

Die „Unterart" (von durchaus etwas zweifelhaftem Wert) *hassicus* ist mit einer Spannweite der ♂♂ bei 56–58 mm, der ♀♀ bei 55–60 mm (Pagenstecher 1911) eine eher kleine Form (Abb. 2–4). Eines der spezifi-

© 2015 by Entomologischer Verein Apollo e. V., Frankfurt am Main

©Entomologischer Verein Apollo e.V. Frankfurt am Main; download unter www.zobodat.at

schen Merkmale soll die sehr häufig auftretende „forma *siegeli* Bryk, 1912“ sein. Dabei erscheint „zwischen Subcostalfleck des Hinterflügels, der verschwinden kann, und der Wurzel ein schwarzer, pastoser Fleck“ (Abb. 4; Bryk 1935). Bei eingehender Betrachtung anderer „Unterarten“ offenbart sich jedoch, daß eine entsprechende Markierung für die „hessische Unterart“ keineswegs spezifisch ist, sondern diese auch regelmäßig in den Populationen räumlich weit entfernter anderer „Subspezies“ auftreten kann, beziehungsweise nicht vertreten ist. Während die ♂♂ weniger variabel daherkommen, ist im farblichen Kontrast der Aspekt der ♀-Falter („stark verglast oder ohne schwarze Überpuderung“, vergleiche Abb. 4) sehr vielfältig. Eindeutig „mela-hyaline“ (bräunlich-transparente) ♀♀ treten auch auf (Bryk 1935). Siegel (1909, zit. nach Brockmann 1989) teilte mit, in der Nähe des Geiselsteins fliege nur die dunkle Form „ab. *melaina*“. Lederer (1938: 73) stellt die Variabilität der „Unterart“ auf einer Bildtafel nach Zeichnungen von Philipp Gönner dar (SW-Abb. 1). Quantitative Aussagen zur Verteilung der Formen, die Lederer zeigt und die in der Population auftreten könnten, sind leider nicht erfolgt.

Düster erscheinende, dünn beschuppte Falter sind zum Beispiel bei der „ssp. *hartmanni* M. Standfuss, 1888“ (Bayerische Alpen, zum Beispiel Königsee) die Regel, können aber in den Sammlungen bei der „ssp.“ *hassicus* sicher als gern gefangene (und somit selektierte) Exemplare gelten. Dadurch ist jede versuchte Statistik zur Verteilung der Farbvarianten in der Population irreführend. Zuchtversuche mit den in Deutschland seit 1936 gesetzlichen geschützten Schmetterlingen hätten hier zu erhellenden Einblicken geführt, waren und sind ohne behördliche Ausnahmegenehmigung aber nicht zulässig und können nach EU-Recht inzwischen sogar staatsanwaltlich verfolgt werden (*P. mnemosyne* ist inzwischen eine Art der Anhangsliste IV der europäischen FFH-Richtlinie, Bundesamt für Naturschutz 2014).

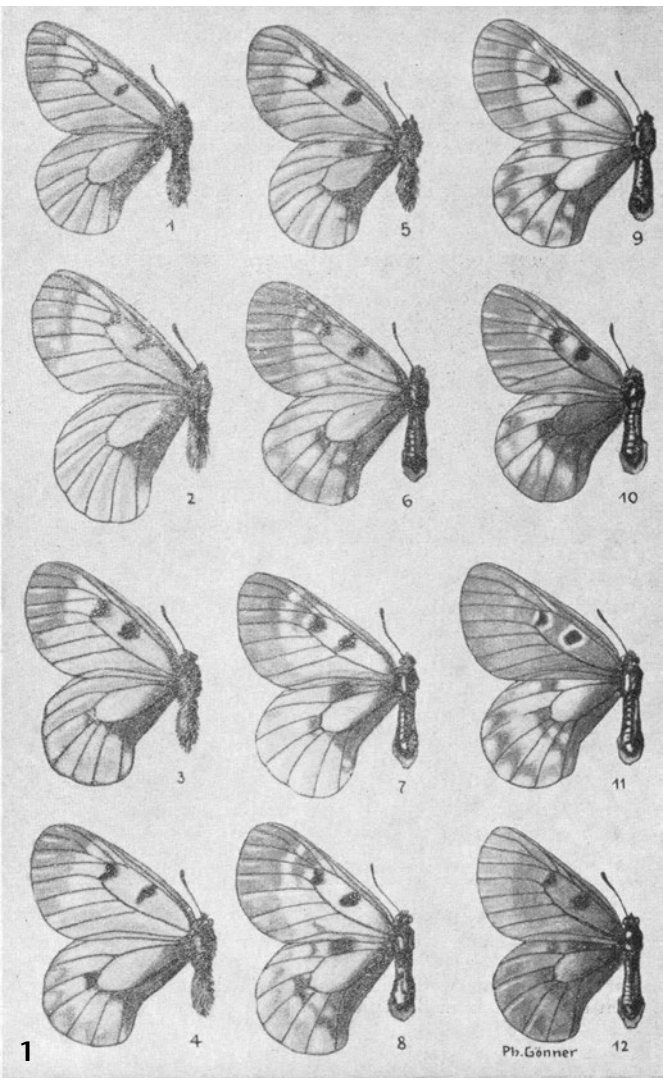

Abb. 1: Die Variationsbreite der Imagines von *P. mnemosyne hassicus* im Vogelsberg nach Lederer (1938: 73): Nr. 1–5 ♂♂, Nr. 6–12 ♀♀. Nr. 3, 7 und 8 gehören der „f. *siegeli* Bryk, 1935“ an. Nr. 10 ist ein „nigristisches Stück“, Nr. 11 wird als „f. *umbratilis*“ bezeichnet, kenntlich an den weiß umringten Mittelzellflecken. (Zeichnung Philipp Gönner. — Abb. 1 wiedergegeben [Scan] mit Erlaubnis des Verlags Eugen Ulmer, Stuttgart, als Rechtsnachfolger des Verlags A. Kernen.)

Verwandtschaftsbeziehungen

Vogelsberg- und Rhön-Populationen gehören wohl zu einer engen genetischen Grundgesamtheit. Sucht man nach anders differenzierten „Unterarten“ im räumlichen Umfeld, so bieten sich die inzwischen wahrscheinlich ebenfalls erloschenen Populationen des Harzes („ssp.“ *hercynianus* Pagenstecher, 1907) an. Die Distanz zwischen Vogelsberg und Harz von rund 200 km Luftlinie war zu gewissen postglazialen Zeiten populationsgenetisch gut überbrückbar, so daß ein kontinuierlicher Genfluß über eine weitere Entfernung stattgefunden haben dürfte. Immerhin gibt es zwischen Harz und Vogelsberg etliche kolline bis montane Hügelketten ab 300 m Höhe, die ein ehemals zusammenhängendes Verbreitungsband wahrscheinlich gemacht haben könnten (nach Brockmann 1989 allgemein 200 bis 400 m). Die Frage ist nur, ob eine wie auch immer geartete Unterbrechung dieses kontinuierlichen Vorkommens die Ausformung zweier berechtigter Unterarten, nämlich der „ssp. *hassicus*“ und der „ssp. *hercynianus*“ im vorgegebenen zeitlichen Rahmen zugelassen hätte. Fruhstorfer (zit. in Bergmann 1952) sah keinen konstanten Unterschied zwischen Vogelsberg-Rhön- und Harz-Apollo, also auch keine unterschiedlichen Unterarten. Andere sehen hingegen benennbare phänotypische Unterschiede zwischen Vogelsberg-Rhön-Apollos und solchen des Harzes: Die ♂♂ der Harz-Population sollen, anlehnend an skandinavische Unterarten, „klarer weiß“ sein als ♂♂ aus Vogelsberg und Rhön. Verschwärzte ♀♀ seien im Harz „weit seltener“ als im hessischen Bergland (Bergmann 1952). Belege und Statistiken für diese Behauptung liegen nicht vor. Auf genetischer Ebene könnte vielleicht eine Überprüfung der Vergleichssegmente etwa in den Mikrosatelliten der Kern-DNA der verschiedenen Populationen erfolgen — soweit dies mit dem Sammlungsmaterial der ausgestorbenen Populationen noch möglich ist. Solche Untersuchungen sind bei *P. mnemosyne* anderer Provenienzen durchgeführt worden (zum Beispiel Meglecz et

© 2015 by Entomologischer Verein Apollo e. V., Frankfurt am Main

©Entomologischer Verein Apollo e.V. Frankfurt am Main; download unter www.zobodat.at

al. 1997, Gratton & Sbordoni 2009) und lieferten Hinweise für das Ausmaß verwandtschaftlicher Nähe.

Die Berechtigung der Verleihung eines Unterartstatus auf rein phänotypischer Ebene, wie dies früher bei regional getrennten Vorkommen weitgehend üblich war, ist heute ohnehin zu hinterfragen, zudem sich gerade der Schwarze Apollo wegen seiner Zeichnungsarmut und der weitgehenden Identität der segmentalen Muster des Raupenkörpers im Rahmen der gegebenen Variationsbreite in Mitteleuropa kaum zu solchen Spekulationen eignet. Erst weitab von Mitteleuropa, zum Beispiel in Griechenland, wird über immer wieder auftretende Unterschiede in der Raupenzeichnung berichtet (Köstler 2013).

Die Anwendung moderner analytischer Methoden zur Klärung genetischer Verwandtschaftsbeziehungen zwischen Harz- und Vogelsberg-Rhön-Apollo beziehungsweise zwischen dem Vogelsberg- und dem Rhön-Apollo wären sicher ein spannender und leider auch finanziell aufwendiger Ansatz. Die wenigen anderen in Deutschland noch existierenden Vorkommen des Schwarzen Apollos nördlich der Alpen könnte man in solche Untersuchungen mit einbinden. Vergleichsweise wurden die genetischen Verwandtschaftsbeziehungen der „Unterarten“ der in Frankreich vertretenen drei Arten der Gattung *Parnassius* näher betrachtet (Descimon 1995). So konnte auch die Vielzahl von wenig hilfreichen Unterartbenennungen des Schwarzen Apollos in Frankreich plausibel eingegrenzt werden.

Hinsichtlich der Vogelsberger und Rhöner Populationen äußert Kudrna (in Kudrna & Seufert 1991) die Vermutung, es könne bis zur Zeit der großen Waldrodungen im Mittelalter eine Verbindung und damit wohl auch ein Genaustausch zwischen den Vogelsberger und Rhöner Populationen bestanden haben. Diese Vermutung ist durchaus gerechtfertigt, sieht man zum Beispiel die heute noch gut vertretenen Bestände von *Corydalis cava* zumeist in Kuppenlagen zwischen Vogelsberg und Rhön um 300 m. Zu bezweifeln ist allerdings, daß die relativ kurze Zeitspanne von vielleicht 800 Jahren überhaupt zu erfaßbaren Veränderungen geführt haben könnte.

Beiläufig ist anzumerken, daß die letzten sicheren Fundmeldungen des „Harz-Apollos“ aus dem Jahr 1992 stammen. In den 1980er Jahren lag die festgestellte Individuenzahl bei 15 bis 25 Individuen. Er flog in den unteren bis mittleren Lagen des Ostharzes. Allerdings wurde auch auf die Möglichkeit des Vorhandenseins von Restpopulationen im Harz oder Harz-Vorland hingewiesen (Leopold & Pretscher 2006).

Futterpflanze

Nach der bereits erwähnten Meldung von Pagenstecher (1911) hat ein „Dr. Bauer“ 1820 auf dem Taufstein die Art gesammelt. Danach lebt die Raupe am Hohlen Lerchensporn, *Corydalis cava*. Auch für die Rhön wird von Lange & Wenzel (2004) der Hohle Lerchensporn als Futterpflanze festgestellt. Die Angabe Brockmanns (1989), der im Vogelsberg seltene und nur einzeln auftretende Mittlere Lerchensporn (*C. intermedia*) sei die natürliche Hauptfutterpflanze der Raupen, ist sicher nicht richtig.

Nach Bergmann (1952), der sich auf den Harz bezieht, findet sich die Raupe „vor allem an dem Mittleren Lerchensporn (*C. intermedia*), anderwärts auch an anderen Lerchensporn-Arten“. Die von mir selbst im unmittelbaren Brutgebiet des Vogelsbergapollos (hohe Frequenz von ♀♀) an voneinander entfernten Stellen ausgegrabenen *Corydalis*-Knollen waren ausschließlich solche des Hohlen Lerchensporns (*C. cava*). Sawitzki (mündl. 2011) vermutet, daß Unterschiede in einer eventuell geringfügigen zeitlichen Verschiebung vegetativer Verfügbarkeit zwischen *C. cava* und *C. intermedia* vor Ort eine Verlängerung der larvalen Freßperiode („Freßvorteil wegen längerer Präsenz der Grünmasse“ für Raupen) begünstigen könnte. Für die Rhön stellten Kudrna & Seufert (1991) fest, daß der Beginn der Vegetationszeit von *C. intermedia* und *C. cava* je nach Höhenlage um ca. 2 Wochen auseinanderliegen kann. Die Vegetationszeit dauert bei *C. cava* länger. An *C. intermedia* fanden sich nur 2 von 59 Raupen, und zwar unter den Pflanzen. 57 zum Teil verpuppungsreife Raupen wurden an oder unter *C. cava* festgestellt. Im Zuchtversuch von *P. mnemosyne* aus der Rhön wurden *C. intermedia* und *C. cava* „gleichmäßig“ angenommen (Kudrna & Seufert 1991), ebenso auch *C. solida,* die „Steppenart“.

C. intermedia könnte wohl bei Verfügbarkeit die Rolle einer fakultativen Futterpflanze im Vogelsberg zugekommen sein, insofern sich Vorteile für die Raupenentwicklung, auch im Sinne der lokalen Verfügbarkeit, ergeben hätten. *C. intermedia* tritt im Vogelsberg nur lokal und selten auf (Bundesamt für Naturschutz 2015, Floraweb: gerade in einem Quadranten nachgewiesen) und kann somit als larvale Futterpflanze wohl kaum essentiell für die Raupenentwicklung sein. Hinsichtlich ihrer pflanzensoziologischen Dominanz tritt sie überhaupt nur in kleinen Gruppen und Einzelexemplaren auf, im Gegensatz zu *C. cava,* die in größeren Gruppen (Herden) vorkommt. *C. intermedia* ist ein gemäßigt-kontinentales Florenelement, das in Deutschland vor allem im nordöstlichen und östlichen Teil wächst, also im Harz häufiger ist als im Vogelsberg (Ellenberg et al. 1992). Die Futterpflanzenwahl wäre somit durch die örtlichen Dominanzverhältnisse und die Verfügbarkeit der *Corydalis*-Arten determiniert, zumal die Raupen sogar mit dem mediterran verbreiteten *C. lutea* (Erdrauch) in der Zucht zufrieden sind (bereits Lederer 1938).

Lederer (1938: 92) schreibt, daß für die Raupen „im Notfalle“ angeblich auch „Wilden Knoblauch (*Allium ursinum*)“ (also Bärlauch) annehmbar sein soll – diese äußerst unwahrscheinliche Angabe ohne Quelle wurde auch von Lederer bereits mit Fragezeichen markiert.

© 2015 by Entomologischer Verein Apollo e. V., Frankfurt am Main

©Entomologischer Verein Apollo e.V. Frankfurt am Main; download unter www.zobodat.at

Massenwechsel und ehemalige Verbreitung

Quantitative Aussagen zum Auftreten des Schwarzen Apollos im Vogelsberg sind nach heutigem wissenschaftlichem Standard eher spärlich. Der Falter kam zu Beginn des 20. Jahrhunderts „öfter in größerer Zahl" an der Ochsenwiese und am Fuße des Nesselbergs im Oberwald vor (Siegel in litt. an Gönner 1929, zit. nach Brockmann 1989; Anmerkung: der Nesselberg liegt ca. 2,5 km östlich des Taufsteins). Die klassischen Fanggebiete, die Kuppenlagen des Taufsteins und des Geiselsteins, waren wohl bereits zuvor in ihrer Landschaftsstruktur verändert (bewaldet) und für Sammler zunehmend wenig ergiebig geworden.

Der Behauptung, sie seien von Sammlern „leergefischt" worden, tritt Gönner entgegen (Siegel in litt. an Gönner 1929, zit. nach Brockmann 1989). Etwas nachdenklich stimmt allerdings die folgende Notiz (Seyb 1921, zit. nach Brockmann 1989): „Seitdem am Hoherodskopf Klubhäuser erbaut sind, wird der Schwarze Apollo ... in Massen gefangen und an Händler verkauft." Bekannt war auch ein Gastwirt in einer Vogelsberggemeinde, dessen reichlich mit Schwarzen Apollos geschmückte Gaststube auch als „Verkaufsraum" diente. An Faltern reiche Flächen wurden zudem in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts durchaus kommerziell besammelt. Koeniger (1954) erwähnt „ganze Kolonnen berufsmäßiger bezahlter Fänger, die für entomologische Handlungen tätig waren". Der Marktpreis eines Falters wird 1918 mit „10 Mark" angegeben (Anonymus 1918), Siegel (in litt. an Gönner 1929, zit. nach Brockmann 1989) stellt fest, der Falter sei zumindest am Bilstein (ca. 1,3 km südlich von Breungeshain) von Sammlern ausgerottet worden. Gönner (1929, zit. nach Brockmann 1989) bezweifelt dies und verweist auf die häufig wechselnden Flugplätze, wobei vormals besiedelte Plätze später aufgegeben werden.

Immerhin scheint die zweifelsohne stattgefundene, massive Entnahme von Imagines aus dem damals weit bis in Gebiete außerhalb der Oberwaldregion gestreuten Populationsverbunds keinen deutlichen Falterschwund mit sich gebracht zu haben. Die immense Individuenzahl und die gute räumliche Verbindung zwischen den Subpopulationen machte es wohl möglich, daß Verluste an einzelnen Stellen durch Zuwanderung bald ausgeglichen werden konnten. Lederer (1938) bestätigt diese Vermutung indirekt mit einer eigenen Beobachtung: „1938 fand ich ... eine nur wenige Aar" [Anmerkung: Schreibweise heute Ar, 1 Ar = 1 a = 100 m²] „große geschützte Schonung, wo dieser Falter massenhaft flog. Von einem Hochstand aus versuchte ich, zusammen mit meiner Frau, die Anzahl der Schwarzen Apollos zu zählen beziehungsweise zu schätzen, die auf diesem begrenzten Platz gleichzeitig flogen, und kamen dabei auf die Zahl von 150 bis 160 Falter" (Lederer 1938). Er fand die Falter übrigens auf 480 m und häufig an Rotklee saugend. Den Fundort verschweigt er. Schmidt nennt einen Fundort „nördlich Birstein" (Gönner 1929, zit. nach Schmidt 1991), der deutlich außerhalb des Oberwaldgebiets liegt.

Noch am 1. vi. 1952 vermerkt Siegler (1952, zit. nach Brockmann 1989), der Falter sei noch „in ziemlicher Anzahl" vorhanden.

Steeg (1961), als damaliger Vorsitzender des Entomologischen Vereins Apollo Kenner der Schmetterlingsfauna um Frankfurt am Main, weiß immerhin, daß die Art im Vogelsberg „stellenweise häufig ist bei wechselnden Flugplätzen". Als Futterpflanze gibt er „Lerchensporn" an. In der Rhön soll er die Art auch gesammelt haben, verweist aber nicht auf die Flugplätze. Seine Publikation fällt eher in die Kategorie „Lebenswerk", so daß ohne zeitliche Angaben keine weiteren Schlußfolgerungen möglich sind.

Nach Müller (1965, zit. nach Brockmann 1989) fand man den Falter in den 1960er Jahren auch noch bei Grebenhain und Hochwaldhausen, also abermals in einiger Entfernung zur eigentlichen Kernpopulation im Oberwaldgebiet.

Baumann (1967) vermerkt ebenso und wenig hilfreich, daß *P. mnemosyne* am Kriepelsloch (eine Waldwiesensenke südlich des Hoherodskopf) „und an anderen Orten" zu verzeichnen war. Am Kriepelsloch (Anmerkung: östlich von Breungeshain) wurden nach 1967 keine Falter mehr beobachtet.

Der Hemipterologe Burghardt (1975) schreibt, man habe den Schwarzen Apollo bis in die 1950er Jahre im weiteren Oberwaldgebiet regelmäßig beobachten können. Im Jahr 1973 („vor nunmehr zwei Jahren") wurde der Falter „zum letzten Mal" nördlich des Hoherodskopf (764 m) nachgewiesen. Die damalige Restpopulation wurde auf „vielleicht 30 Exemplare" (Tageszahl?) geschätzt.

Schmidt (1989) liefert die erste „moderne" und in ihrer umfassenden Art auch bisher letzte Darstellung der Schmetterlingsfauna des Vogelsbergs. Interessant sind zwei Vermerke: Er verweist auf den neuzeitlich „einzigen Fundort außerhalb des Oberwalds", den „Peter[s]hainer Hof" nordöstlich von Schotten (505 m), der allerdings als Fundort bald bereits nicht mehr besetzt war (Schmidt 1989 konstatiert: „Der einzige Fundort außerhalb des Oberwaldes ist nicht mehr existent"). Falter seien „irgendwann" wohl auch noch unterhalb montaner Einflußbereiche vorgekommen (untere und obere Bergbuchenzone von 500 bis 650 m und darunter). Lederer nennt hier den Bereich von 300 bis 600 m. Brehm (1987, zit. nach Brockmann 1989) spricht für die kolline Region des osthessischen Berglands sogar von 200 bis 400 m.

Eine flächendeckende Ausbreitung der Art in hügeligen, submontanen Regionen Mittel- und Osthessens könnte man sich zumindest vorstellen und Verbindungselemente zwischen Vogelsberg und Rhön bis hin zum Harz, wie bereits angedeutet, sehen.

Hierher paßt auch die Bemerkung Bergmanns (1952), der Falter käme „gegenwärtig" noch am Hohen Meißner, einem räumlichen Verbindungsglied zwischen

© 2015 by Entomologischer Verein Apollo e. V., Frankfurt am Main

©Entomologischer Verein Apollo e.V. Frankfurt am Main; download unter www.zobodat.at

Vogelsberg und Harz in Nordhessen vor. (Diese Angabe wurde allerdings später revidiert: Bergmann 1955.) Ein geografisches Bindeglied, in den submontanen Regionen Thüringens und zwischen Vogelsberg und Harz gelegen, wäre zum Beispiel auch die Wartburg bei Eisenach (nachgewiesene Vorkommen bis ca. 1900, Bergmann 1952). Ist man mit der Topografie der Bergländereien zwischen Vogelsberg und Rhön, dem nördlichen Hessischen Bergland nach Thüringen hinein und zum Harz, andererseits sogar bis zum Spessart, vertraut, so ergeben sich mannigfaltige Möglichkeiten in Höhenlagen ab ca. 300 m, wo der Schwarze Apollo vor ein paar hundert Jahren noch hätte verbreitet sein können. Mit einigem Optimismus könnte man hier sogar vermuten, daß einstmals eine Megapopulation mit zahlreichen Unterpopulationen bestand, die die mitteleuropäischen Mittelgebirgslandschaften verknüpfte und sogar über deren Grenzen nach Süden und Osten weit über den hessischen Bereich hinausging. Letzteres allerdings ist reine Spekulation.

Verbreitung in den letzten Jahren

In dieses hypothetische Konzept einer ehemals wohl fast flächendeckenden Verbreitung des Falters in geeigneten hügeligen und teilweise submontanen Lebensräumen mit Buchenwald, Lichtungen, Waldwiesen, Waldweiden und naturbelassenen Waldrändern zwischen Vogelsberg, Rhön, Harz und wahrscheinlich darüber hinaus paßt, daß die Art in neuester Zeit in der Rhön auch auf 320 m nachgewiesen wurde (Krämer mündl. 2012).

Eigenen Schätzungen während der Jahre 1975 bis 1980 zufolge waren auf dem Hauptverbreitungsgebiet entlang der Oberwaldstraße im Vogelsberg auf ca. 7 km Länge an einem guten Tag zwischen 10 und 15 Uhr etwa höchstens 15 Imagines, überwiegend patroulierende ♂♂, feststellbar. Die ♀♀ hatten immer lokal abgegrenzte Aufenthaltsbereiche (bestätigt von Lederer 1938), die im Zusammenhang mit Futterpflanzen der Raupen und Eiablage standen. Ausnahmsweise fanden sich 1975 je 1 ♂ auf der Goldwiese (NSG Breungeshainer Heide) und in Nähe der Skischanze auf dem Hoherodskopf. Beide Vorkommensorte waren auch damals nicht zu typischen Habitaten zu rechnen.

Deutlich ist die Tendenz im Verlauf der Jahrzehnte, daß sich der Vorkommensbereich der Falter zunehmend zentralisierte, das heißt zumeist im Westen und Norden gelegene Außenstellenvorkommen wurden zugunsten einer Kernzone im Oberwald nicht mehr besetzt und endgültig aufgegeben (zum Beispiel Petershainer Hof bei Schotten, Hochwaldhausen, Grebenhain, Bilstein, Birstein und andere).

A. Schmidt (mündl. 2012) schätzt die Anzahl der in den Jahren 1984 bis 1987 täglich im Bereich des Oberwalds beobachtbaren Falter auf „maximal 10 Falter" (Tageszahl). Schmidt (1991) weist auch darauf hin, daß „zuletzt" vermehrt Falter mit Flügelanomalien (Verwachsungen von Adern und so weiter) auftraten und wertet dies als Zeichen für eine bestehende Inzuchtproblematik (mangelnder Genaustausch). Andererseits werden Anomalien des Flügelgeäders bei der Unterfamilie Parnassiinae wegen der guten Sichtbarkeit der Flügeladern in den hyalinen Flügeln leicht entdeckt und so auch häufig beschrieben (Bryk 1935).

In den Jahren 1988 und 1989 wurden immer wieder entlang der Oberwaldstraße einzelne Falter beobachtet (Brockmann, Schmidt, Weiss), wobei die ♂♂ zumeist suchend entlang der Straßenböschungen als einzigem durchgängigen Ausbreitungsweg und auch auf angrenzenden, isolierten Waldwiesen auftraten, die wenigen ♀♀ hingegen konzentriert auf einem artenreichen und offenen Waldrand angrenzend an den alten Straßenverlauf der Oberwaldstraße auf fast exakt 550 m Höhe.

Die tendenzielle Abnahme der Individuenzahlen mit der Zeit ist unstrittig, wenngleich ermittelte Tageszahlen sicher nicht die reale (absolute) Populationsgröße reflektieren oder erkennen lassen. Diese ist auch nachträglich nicht mehr zu ermitteln, sie war aber vermutlich größer, als die visuellen Nachweise erwarten lassen.

Numerisch gut dokumentiert ist hingegen der Niedergang der Population des Harz-Apollos (Südharzpopulation; Grosser 1991) durch die Angabe der Tagesbeobachtungen von 1983 bis 1990 (1983: 15 Falter, 1989: 15 Falter, 1990: 8 Falter). Der Letztnachweis war 1992.

Es gibt verschiedene Ansätze zur Benennung der Größe einer minimal überlebensfähigen Population (MVP) und des Mindestflächenanspruchs. Im „Artensteckbrief Schwarzer Apollo" der Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie (2009) werden als MVP durchschnittlich 4 Individuen pro Hektar genannt. Das Mindestareal einer für 30 Jahre überlebensfähigen Population wird auf 16 ha geschätzt. Starke Populationsschwankungen könnten vorkommen.

Kolb (2007, nach mündl. Mitt. von Seufert 1996) verweist auf die Verhältnisse bei nordeuropäischen Populationen, wonach mindestens 50 Individuen zur Vermeidung von Inzuchteffekten und 500 für die Gewährleistung eines langfristigen Bestands gefordert werden. Vojnits & Acs (2000) und andere (zum Beispiel Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie 2009) weisen auf eine Mindestdispersionsfähigkeit hin, die „normal" bei nur 100 bis 150 m liegt, aber durchaus auch 1000 m erreichen kann. Maximal werden für Populationen aus dem Ural und der Slowakei 3 km angegeben (Grosser schriftl. an Leopold & Pretscher 2006). Dies erschwert die numerische Beurteilung des Bestands hinsichtlich der Grenze zur Überlebensfähigkeit ohne Zuhilfenahme wissenschaftlicher Methoden (zum Beispiel Markierung-Wiederfang-Technik) sehr.

Das eigene Nachsuchen nach dem Falter an den bekannten Stellen blieb im Jahr 1990, nach auch im Vogelsberg wütenden schweren Stürmen, erfolglos (siehe unten). 1992 wurde eine einzelne Imago noch im Bereich

© 2015 by Entomologischer Verein Apollo e. V., Frankfurt am Main

©Entomologischer Verein Apollo e.V. Frankfurt am Main; download unter www.zobodat.at

Schelgeswiesenwald in unmittelbarer Nähe des ehemaligen Hauptverbreitungsgebiets nachgewiesen (A. Hild, mündlich an die Arbeitsgemeinschaft Hessischer Lepidopterologen = Arge HeLep). Dies ist der letzte von einem Entomologen abgesicherte Fundnachweis. Auch Flächen in diesem Gebiet werden heute noch massiv zur Holzlagerung genutzt (Abb. 6).

Am 5. vii. 1996 wurden unweit südlich des letzten Verbreitungsareals bei Kartierungsarbeiten eines Botanikers im Münchwaldgebiet zwei Falter beobachtet. Obwohl diese Beobachtung hinlänglich dokumentiert ist („ein Falter auf meinem Hosenbein", T. Gregor telef.), ist bemerkenswert, daß das Beobachtungsdatum erheblich abweicht vom „bisher registrierten spätesten Fund des Falters im Jahr, bezogen auf alle im Vogelsberg bisher nachgewiesenen Tiere" (Schmidt 1989). Dieses späteste Datum ist der 25. vi. Die beiden registrierten zwei Falter traten somit 10 Tage später auf.

Immer wieder tauchen Sichtmeldungen auf: Einzeltiere wurden von einem „Gewährsmann" der Arge HeLep im Jahr 2001 „in der Umgebung des NSG Breungeshainer Heide" beobachtet (2009, Lange nach Daten der Arge HeLep, schriftl. Mitt. an Weiss), wobei gerade die Breungeshainer Heide, wie erwähnt, kaum zu den üblichen Aufenthaltsbereichen des Falters gehörte. Sawitzki (mündl. 2011, bestätigt von Schmidt 2015 mündl.) weist darauf hin, daß häufiger in späteren Jahren (zum Beispiel 2006) „Beobachtungen von Wanderern per Zuruf" eingegangen seien, die bei kritischer Prüfung allerdings faunistisch nie verwertbar gewesen seien.

In der Feldforschungsstation Künanzhaus auf dem Hoherodskopf (frühere Außenstelle des damaligen I. Zoologischen Instituts der Justus-Liebig-Universität Gießen) wurden in den 1960er bis 1990er Jahren intensive, vorwiegend entomologische Freilandforschung von einer Anzahl Diplomanden und Doktoranden betrieben. Hier wurde der Vogelsberg flächendeckend bis in die tieferen Lagen hinein entomologisch durchforstet und begutachtet. Aktuelle Rückzugsgebiete von *P. mnemosyne* wären ganz sicher aufgefallen und hätten im weiteren auch publizistische Beachtung gefunden. Neuzeitlichen Fundmeldungen über die 1990er Jahre hinaus und besonders außerhalb des Oberwalds kann somit nur mit einiger Skepsis begegnet werden, zumal Fotobelege auch immer fehlen. Besonders auf Distanz ist der Falter leicht mit Weißlingen (Pieridae; insbesondere mit dem im Oberwald vereinzelt vorkommenden *Aporia crataegi,* aber auch schlicht mit *Pieris*-Arten) zu verwechseln, es sei denn, man erkennt als erfahrener Lepidopterologe sein im Gegensatz zu Weißlingen oft „in die Ferne" orientiertes Flugverhalten.

Den endgültigen Zusammenbruch der zunehmend an Individuen schwindenden Population markierten, indirekt, wohl die Orkane „Daria" 25./26. i. 1990, „Vivian" 25.–27. ii. 1990 und „Wiebke" 28. ii.–1. iii. 1990 beziehungsweise direkt deren forstwirtschaftliche Folgeerscheinungen: Die großen Mengen an angefallenem zumeist Fichtenfallholz mußten schnell abgelagert und gegen Borkenkäferbefall geschützt werden.

Lagerplätze waren natürlich von den Hauptwegen leicht zugängliche Freiflächen und Übergangszonen, also offene Waldränder und Waldwege mit logistischer Bedeutung für Hessen-Forst, wie dies auch der erwähnte letzte bekannte Brutplatz an der alten Wegführung der Oberwaldstraße darstellte (Abb. 6). Viele Lerchensporn-Bestände an günstigem Standort für eine Larvenentwicklung und der aktuellen Bedeutung für ein Wiedererscheinen der Imagines im folgenden Frühjahr wurden so überlagert und vernichtet (siehe im Kapitel Holzlagerplätze).

Mögliche Gründe für ein Verschwinden

Forstwirtschaftliche Maßnahmen

Änderungen der Waldstruktur

Der Umgang des Menschen mit dem Wald und damit auch dessen Struktur hat sich seit dem Mittelalter (Rodungszeit) nicht nur im Vogelsberg, wenngleich dort später, grundlegend geändert. Damit haben sich im Lauf der Zeit auch die Vorstellungen geändert, wie dieser Wald aussehen soll. Wirtschaftliche Betrachtungsweisen kamen bei Einführung der Fichte im Oberwald ca. 1870 bis 1880 bestimmend hinzu, und der Wald wurde zu einer Produktionsfläche für Holz, die in erster Linie Gewinne abwerfen sollte und weiterhin muß und den langsamer wachsenden Buchenwaldanbau vertrieb. So kam es auch zu folgenschweren Einwirkungen auf die Flora und Fauna der natürlichen Wälder (sofern sie noch existierten) und damit auch auf die Lebensmöglichkeiten des Schwarzen Apollos. Weitere grundlegende Änderungen im Aufbau des Waldes ergaben sich auch nach dem zweiten Weltkrieg, als Bauholz in Form relativ kurzfristiger Fichtenhölzer gefragt war und Waldwiesen entsprechend als Anbauflächen genutzt wurden. Da die Landwirtschaft im genannten Gebiet von jeher wenig erträglich war, wurden später dann kostensparende Rationalisierungsmaßnahmen im Wald angewandt, wobei viele Wald- und Wegrandbereiche zerstört wurden (zum Beispiel Maschineneinsatz an Stelle von Handarbeit, Einsatz chemischer Mittel gegen „Unkraut" im Wald).

Im Landschaftsplan der Stadt Schotten (Luer & Otter 1996, unveröff.) ist der rasche Anstieg der Aufforstungsanträge beim Fortstamt Schotten in den Jahren 1986 bis 1990 bemerkenswert, wobei es primär um den Anbau von schnell wachsenden und dann erntereifen Nadelgehölzen geht (1986 ca. 6 ha, 1989 bereits ca. 30 ha).

Trotzdem vermerkt der Entwurf zum Flächennutzungsplan mit integriertem Landschaftsplan der Stadt Schotten (Luer & Otter 1996, unveröff.), daß man im Staatswald wohl einen „Konsens zwischen Ökologie und Ökonomie" erreichen müsse. Schwierigkeiten seien hier wohl in erster Linie im Kommunal- und Kleinprivatwald zu erwarten, die aus reinen Fichtenforsten bestünden (Zielbestockung im Kommunalwald waren 1996 ca. 64%

© 2015 by Entomologischer Verein Apollo e. V., Frankfurt am Main

©Entomologischer Verein Apollo e.V. Frankfurt am Main; download unter www.zobodat.at

Abb. 2–4: Falter des Schwarzen Apollos (*Parnassius mnemosyne hassicus*) im Oberwald. — **Abb. 2:** Vogelsberg-♂ in Vegetation (Foto Anf. VI. 1987, A. SCHMIDT). — **Abb. 3:** ♀ im Bereich des Eiablagebiotops im Oberwald (heute Holzlagerplatz; Oberwald, ca. 550–650 m, Anfang VI. 1989, Foto Verfasser). — **Abb. 4:** Besonders wenig beschupptes ♀ auf Blüte (Foto Anf. VI. 1987, A. SCHMIDT). — **Abb. 5:** Bestand der Raupenfutterpflanze *Corydalis cava* während der Vollblüte Anfang April. — **Abb. 6:** Teil eines Holzlagerplatzes von Hessen-Forst im Bereich der alten Trassenführung der Oberwaldstraße (L 3305) am 30. v. 2011. Einstmals dicht besiedelt vom Hohlen Lerchensporn (*C. cava*) in besonnter und damit optimaler Position für die Eiablage und Raupenentwicklung von *P. mnemosyne hassicus*. **Abb. 7:** Extensiv genutzte, an Blüten reiche Waldwiese als typisches früheres Flug- und Saughabitat weitgehend für ♂♂ des Schwarzen Apollos (*P. mnemosyne hassicus*) im Vogelsberg (ca. 650 m; 30. v. 2011). Eine räumliche Verbindung besteht zu den Randstreifen der Oberwaldstraße als einzig durchgängigen linearen Vernetzungselementen im Oberwald. — Abbildungen 2 bis 4 digitalisiert von privaten Analogdias, übrige Bilder Digitalfotos.

© 2015 by Entomologischer Verein Apollo e. V., Frankfurt am Main

©Entomologischer Verein Apollo e.V. Frankfurt am Main; download unter www.zobodat.at

Fichte, im Kleinprivatwald sogar 88% Fichte). Dies ist die forstwirtschaftliche Realität, der bei den Vorüberlegungen zur Erwägung einer Wiederansiedelung des Apollos im Vogelsberg unter zugebenermaßen heute modifizierten Rahmenbedingungen Rechnung zu tragen ist.

Kein Zweifel, daß diese Vorgaben nicht hilfreich sind, die ökologische Situation des Apollos zu begünstigen, zumal auch die Verteilung der Futterpflanze der Raupen und der Nektarpflanzen für die Imagines darunter litt und leidet.

Die für den Apollo nachteiligen Strukturveränderungen im Wald werden seit Jahren von verschiedenen Autoren als Hauptgrund für ein Verschwinden der Art Europa weit genannt (beispielhaft sei hier Brockmann 1989 für Hessen angeführt).

Holzlagerplätze

Das ehemalige Brutgebiet unweit der Oberwaldstraße (L 3305) ist zwar inzwischen der fortschreitenden Sukzession unterworfen, weist aber noch immer grasig-krautige Freiflächen auf. Diese werden seit Jahren großflächig massiv mit Fall- beziehungsweise Ernteholz belagert, so daß ein Wiederaufleben des gerade in diesem Randbereich ehemals gutwüchsig in Südexposition vorkommenden Hohlen Lerchensporns sicher nicht stattfinden kann (Abb. 6). Nach Entfernung der Stämme an einigen Stellen nach längerer Lagerzeit verblieb hier durch die Belastung festgedrückter, mit Rindenresten durchsetzter Oberboden, was für die Neuentwicklung von Lerchenspornpflanzen sehr hinderlich ist.

Auch Grosser (2004) warnt davor, auf Freiflächen mit Lerchensporn und in Falterhabitaten Holzlager- und Bearbeitungsplätze der Forstwirtschaft anzulegen, zumal auch die Gefahr einer Aufdüngung bestehe. Das Bundesamt für Naturschutz (2014) befürwortet, daß lichte Baum- und Waldbestände offengehalten werden müssen: „Empfohlen wird die Beachtung der Lebensräume bei der Bewirtschaftung. Sie sind kein ungenutztes Land, das als Lagerplatz dienen kann. Die wenigen vom Schwarzen Apollo besiedelten Waldbereiche, Waldränder und Waldwegränder sollen kartiert werden, um sie bei der forstlichen Planung (Einschlag, Anlage von Lagerplätzen, Wegebau etc.) zu berücksichtigen.“ Auf die Gründe für das Anlegen solcher Lagerplätze im Bereich der ehemaligen Brut- und Fluggebiete sowie deren Einfluß auf das Verschwinden der Restpopulation des Falters wird auch oben eingegangen. Als Negativbeispiel ähnlicher Art führen Hohmann & Kluge (2004) an, daß in Südbayern eine der individuenstärksten Kolonien durch die Anlage eines Lkw-Parkplatzes vernichtet wurde.

Luftschadstoffe

Exkurs: Einflußnahmen von Luftschadstoffen auf Insekten

Luftschadstoffe sind bisher so gut wie nie gezielt und direkt für das Verschwinden von Schmetterlingsarten in naturnahen bis natürlichen Biotopen verantwortlich gemacht worden. Daten, die Zusammenhänge vermuten lassen, sind seit längerem verfügbar, wie den Entscheidungshilfen für die Prüfung in Sonderfällen nach TA-Luft Teil II, „Beurteilung der Wirkung von Schwefeldioxid und Fluorwasserstoff auf Tiere“ (Rink & Weigmann 1987) zu entnehmen ist, aber Verknüpfungen im Zusammenhang mit dem Verschwinden zum Beispiel vieler Tagfalterarten wurden nicht hergestellt. In den 1980er Jahren war der „Saure Regen“, später der „saure Nebel“ der Verursacher für Waldschäden und das „Waldsterben“ schlechthin. Heute spielen die Schadstoffe auf Schwefeldioxidbasis höchstens nachwirkend im Boden noch eine Rolle, da es inzwischen zu einer effektiven Entschwefelung von Rauchgasen und Kraftstoffen zum Beispiel durch Filter gekommen ist. Aktuell bedeutend sind nunmehr die gewaltigen Stickstoffemissionen aus der landwirtschaftlichen Tierhaltung (zum Beispiel güllebasierte Massentierhaltung) und ist das Aufkommen von Stickoxiden durch den ständig wachsenden Verkehr (zum Beispiel Giessener Allgemeine Zeitung 2012, 2014). Die ansonsten relevanten, mit der Luft transportieren Schadstoffe wie Fluorwasserstoff (HF), Ozon (O_3), Feinstäube, polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe, Dioxine und Furane müssen bei der gegenwärtigen Betrachtung, sicher zu Unrecht, vernachlässigt werden, zumal kaum Erkenntnisse für Schadensereignisse vorliegen. Bisher in der nachteiligen Wirkung kaum bewertbar ist, daß die Anwesenheit mehrerer Luftschadstoffe gleichzeitig (zum Beispiel Schwefel- und Stickstoffverbindungen) bei Insekten beziehungsweise Arthropoden und generell zu einem wesentlich höheren toxischen Effekt führen kann, als wären diese Stoffe nur einzeln vorhanden (zum Beispiel doppelt so hoch bei einer Hornmilbe: Rink & Weigmann 1987). So werden auch vielfach bei Insekten Populationsrückgänge in immissionsbelasteten Gebieten gemeldet. Wirbellose, zum Beispiel Insekten, reagieren oft deutlich sensibler auf Schadstoffbelastungen als Wirbeltiere. Forschungen zeigen (Rink & Weigmann 1987), daß anhaltende Immissionen die Artenzahlen und die Populationsdichten unter anderem von verschiedenen Insektenarten und -gruppen beeinträchtigen.

Als besonders empfindlich gegenüber einer Schwefeldioxid-Langzeitbelastung werden Schmetterlinge (Lepidoptera) und Hautflügler (Hymenoptera, zum Beispiel Wespen und Bienen) benannt. So wird bereits bei einer Schwefeldioxid-Langzeitbelastung von nur 23 µg SO_2 pro m^3 Luft ein „individuenmäßiger Rückgang von Adulten und Larven in der Vegetation“ festgestellt (Rink & Weigmann 1987). Die Empfindlichkeit ist bei Schmetterlingen und Hautflüglern um bis zu zehnfach höher als bei manchen überprüften Laufkäfern oder Feldheuschrecken.

Kühnert (2008, unveröff. [S. 90]) bedauert, daß für Tiere und im Freiland keine anerkannten Grenz- oder Richtwerte bestehen, um die Auswirkungen der meisten Immissionsbelastungen direkt bewerten zu können.

© 2015 by Entomologischer Verein Apollo e. V., Frankfurt am Main

©Entomologischer Verein Apollo e.V. Frankfurt am Main; download unter www.zobodat.at

Insekten und Spinnen gelten bei einem Zielniveau von 10 µg/m³ Luft als hochempfindlich gegenüber einer einwirkenden SO_2-Belastung. Dieser Richtwert ist damit aber nur halb so hoch wie der Grenzwert der Verordnung zum Schutz der Ökosysteme und der Vegetation mit 20 µg/m³ Luft. Diese „Unstimmigkeit" wird aber weiter in der Praxis nicht zur Kenntnis genommen (Kühnert 2008, unveröff.).

Viele Insekten leben von und auf Pflanzen. Auch hier liegt ein Bezug (Dässler 1991). Der Fraß an mit Schwefeldioxid kontaminierten Pflanzen (Anmerkung: die wasserlösliche und physiologisch wirksame Form des Schwefeldioxids ist Sulfit, das mit der Nahrung aufgenommen wird) führt bei herbivoren (blätterfressenden) Gliederfüßern zu sichtbaren Veränderungen des Verhaltens, der Fruchtbarkeit, der Überlebenswahrscheinlichkeit und der Vitalität (Rink & Weigmann 1987).

Als Wirkung von Schadgasen (zum Beispiel SO_2 und Mischimmissionen) wurde außerdem in terrestrischen Ökosystemen beobachtet (Schubert 1985): Veränderte Häufigkeitsverteilungen innerhalb einer Tiergruppe bei etwa gleichbleibender Artenzahl und/oder Individuendichte, Rückgang oder Aussterben einzelner Arten oder Tiergruppen, eine veränderte Artenvielfalt, eine starke Förderung einzelner Arten oder Artengruppen etc. Bei Berücksichtigung dieser Erkenntnisse ließe sich unter Umständen das „spontane" Verschwinden der einen oder anderen Schmetterlingsart neu begreifen. Andererseits wurden auch plötzliche starke Vermehrungen von Arten je nach Ansatzpunkt der Noxe (des Schadstoffs) beschrieben (Rink & Weigmann 1987).

Mögliche Beeinflussung der Populationsdynamik des Vogelsbergapollos durch Luftschadstoffe

Weder bei Kudrna & Seufert (1991) noch im Kapitel „Gefährdungsursachen" von Lange & Wenzel (2004) oder im Ansatz zu einem Artenhilfskonzept für die Art (Lange & Wenzel 2012 [unveröff., nicht aufgeführt bei Fena/Natureg]) findet sich ein spezifischer Verweis darauf, daß Gefährdungsursachen des Schwarzen Apollos auch im Bereich Luftschadstoffe liegen könnten. Einzig Schmidt (1991) weist auf die „akute Bedrohung unserer Umwelt (Stichworte: Saurer Regen, Umweltverschmutzung)" hin, sieht damals die Auswirkungen auf die Population des Schwarzen Apollos aber erst für die Zukunft. Dieses wichtige Kapitel Einflußnahmen von Luftschadstoffen ist, wie bereits zuvor angesprochen, somit im Detail unter heimischen Biologen seit Jahrzehnten unberücksichtigt geblieben.

Verfolgt man die Populationsentwicklung des Schwarzen Apollos im Vogelsberg während des letzten Jahrhunderts bis etwa 1990, so hat ganz offensichtlich ein deutlicher Rückgang der Populationen in diesem Zeitintervall stattgefunden.

Schmidt (1991) nennt als Periode des Beginns dieses Rückgangs die 1960er Jahre. Dies ist durch die Angaben verschiedener Autoren auch hinlänglich belegbar. So war nach Siegler (1952, zit. nach Brockmann 1989) der Falter noch „in ziemlicher Anzahl" vorhanden, während der Hemipterologe Burghard nur 20 Jahre später (1973) von einer „Restpopulation von 30 Tieren" redet (vergleiche oben). Es besteht also Klärungsbedarf für ein solches im relativ kurzen zeitlichen Verlauf deutlich markiertes Absinken der Falterdichte.

Bringt man die bekannten Immissionsdaten für Luftschadstoffe (Schwefeldioxid SO_2, Stickoxide NO_x) mit ins Spiel, so lassen sich die folgenden Bezüge herstellen:

Die zeitliche Entwicklung für SO_2 im Raum Frankfurt belegt im Jahr 1963 noch den sehr hohen Mittelwert von 225 µg/m³ (der sensible Wert für manche Insekten liegt, wie erwähnt, um 20 µg/m³ oder niedriger), während er 2007 nur noch bei 5 µg/m³ angesiedelt war. Bis 1987 wurden in Frankfurt aber immer noch etwa 52 µg/m³ SO_2 registriert (Umweltatlas Hessen 2013a), genug, um weit entfernte, zum Beispiel im Vogelsberg lebende, sensible Insektenpopulationen von Schmetterlingen und Hautflüglern nachhaltig zu schädigen. Gemäß 22. Bundesimmissionsschutzverordnung (BImSchV) existiert ein „Grenzwert zum Schutz des Ökosystems" von 20 µg/m³, der aber erst seit Juli 2007 einzuhalten war. Dies wäre ohnehin zu spät für den Apollo gewesen und läge vielleicht auch noch immer nicht niedrig genug.

Hinsichtlich der Stickoxide (NO und NO_2) fand in Frankfurt ab 1962 bis zum Ende der 1970er Jahre ein Anstieg der Stickstoffkonzentrationen von 10 ppb (= parts per billion = Teile pro Milliarde; 1 ppb entspricht angenähert für Stickstoffmonoxid NO 1,34 µg/m³, für Stickstoffdioxid NO_2 2,05 µg/m³) auf bis zu 90 ppb statt (Umweltatlas Hessen 2013b). Der EU-Grenzwert liegt heute bei 40 µg/m³ Luft. Nachteilige Wirkungen auf sensible Insekten und Ökosysteme besonders im Zusammenspiel mit hohen Schwefeldioxidkonzentrationen sind bei diesen Schadstoffmengen bekannt und nachgewiesen. Die Problematik der Stickstoffbelastung im Gegensatz zu der akuten Schwefeldioxid-Luftbelastung besteht auch heute weiter (Giessener Allgemeine Zeitung 2014), nicht zuletzt weil man das hohe Verkehrsaufkommen und die Stickstoffemissionen aus der landwirtschaftlichen Massentierhaltung bisher nicht wirkungsnah im Griff hat. Die Debatte zur möglichen Einflußnahme von Stickoxiden und ähnlichen Schadstoffen auf Tierpopulationen und die Umwelt wäre aber an anderer Stelle zu führen.

Bei den bestehenden Emissionszentren im weiteren Frankfurter Raum muß sicher ein Transport der Schadstoffe über rund 60 km in den Vogelsberg erfolgt sein. Bekannt ist, daß bei Hochdruckwetterlagen ein Ferntransport der Schadstoffe über mehrere hundert Kilometer möglich ist, wobei besonders Bestände in westlichen Hanglagen (Wetter-„Prallhänge") erfaßt werden. Die Häufigkeitsverteilung der Winde vom Frankfurter Flughafen aus zeigt, daß die bevorzugte Windrichtung aus S bis SSW kommt und im Mittel anteilig bei 42,4% liegt, das heißt die Berieselung auch des Vogelsbergs mit Luftschadstoffen aus dem Industriestandort Frank-

© 2015 by Entomologischer Verein Apollo e. V., Frankfurt am Main

©Entomologischer Verein Apollo e.V. Frankfurt am Main; download unter www.zobodat.at

furt und Umgebung (Taunusregion und Westfrankreich inklusive) ist bei entsprechenden Windverhältnissen durchgehend sehr hoch. Aufzeichnungen liegen auch aus dem Vogelsberg direkt vor. Die Windrichtung WSW wird aus Grebenhain-Hartmannshain als Hauptwindrichtung angegeben (Hahn 2000, unveröff.).

Resümierend wäre zu folgern, daß das gezeichnete Luftschadstoffbild in seiner extensiven Form während der 1960er, 1970er und teilweise 1980er Jahre durchaus das Potential gehabt haben könnte, innerhalb weniger Jahre eine einstmals sehr individuenreiche Population von *P. mnemosyne* nicht zuletzt über die negative Beeinflussung der Raupenfutterpflanzen und Saugpflanzen der Imagines (Dässler 1991) so stark zu verkleinern, daß Ende der 1980er Jahre des letzten Jahrhunderts kein Fortbestand der verbliebenen Restpopulation mehr möglich war. Bis zuletzt geschont von an Schadstoffen reichen Winden wurde die Ostabdachung des Vogelsbergs, fern der mit aggressiven Luftschadstoffen angereicherten Winde, wo der Apollo bis zu seinem Ende in einem bescheidenen Bestand vorkam.

Weitere Faktoren

Vorab sei bereits erwähnt, daß den „weiteren Faktoren" an sich keine beherrschende Bedeutung beim Verschwinden der Population des Schwarzen Apollos beigemessen wird.

- **Landwirtschaft:** Die unmittelbare landwirtschaftliche Nutzung der Bergwiesen im Oberwald fand nicht, spät oder in unbedeutendem Ausmaß statt. Es wurde aber Grünland durch Entwässerungsgräben trockengelegt und in tieferen Lagen auch aufgedüngt. Problematisch ist, daß dieses Vorgehen oft wegbereitend für die forstwirtschaftliche Folgenutzung war (Anbau von Fichtenmonokulturen) und damit die direkte Beeinflussung der Falterpopulation nach sich zog.
- **Ausbau der Oberwaldstraße:** Die schon in den 1950er Jahren großzügig ausgebaute Ringstraße (L 3305) erlaubt stellenweise hohe Fahrgeschwindigkeiten. Der Verkehr ist aber eher gering. Die breiten, mehr oder weniger blütenreichen Randstreifen und Hänge waren, wie feststellbar war, wichtige lineare Ausbreitungselemente für den Schwarzen Apollo. Der Sogwirkung und Luftverwirbelung durch schnell fahrende Fahrzeuge sind wohl etliche Falter zum Opfer gefallen, wenngleich dies nicht zu quantifizieren ist (1 Totfund im Juni 1988). Die Straßenränder werden außerdem, zumindest heute, vom hessischen Straßenverkehrsamt „Hessen Mobil" in Schotten regelmäßig kahlgemäht.
- **Klimawandel:** Seit Anfang des 20. Jahrhunderts hat die mittlere Jahrestemperatur in Hessen um 0,8°C zugenommen, am stärksten seit den 1960er Jahren (Umweltbundesamt 2015). Die Restpopulation des Schwarzen Apollos, die im Bereich von 550 m Höhe unter dieser Erwärmung gelitten hätte, hätte bei Empfindung von Streß Möglichkeiten zur vertikalen Aufwanderung bis in Bereiche um 700 m gehabt. Eine solche erzwungene Migration wurde nicht festgestellt.
- **Insektensammler:** Der stellenweise in Massen auftretende Falter wurde nach seinem Erstnachweis regelmäßig besammelt und vermarktet, ohne daß man eine rückläufige Populationsentwicklung zweifelsfrei festgestellt hätte. Auch ist es natürlich schwer, bei jährlich stark schwankenden Häufigkeitsverhältnissen der Imagines und den wechselnden Flugplätzen hier eine klare ursächliche Aussage zu treffen. Als die Art in den 1960er bis 1980er Jahren vergleichsweise selten wurde, hätte ein Sammeln den bereits eingeleiteten Niedergang der Art sicherlich weiter beschleunigt. Dies aber wäre wohl kaum die eigentliche Ursache für das Verschwinden der Art im Vogelsberg gewesen; auch hat sich das rein „kommerzielle" Sammeln in Deutschland seit etwa dieser Zeit immer weiter verringert.

Reetablierung

Sollte jemals an die Wiederherstellung einer Population des Schwarzen Apollos im Vogelsberg gedacht werden, so sind hierfür im Vorlauf, neben der Kartierung von Raupenfutterflanzen an geeigneten Standorten, tiefgreifende, die spezifische Waldlandschaft betreffende, strukturelle Veränderungen punktgenau festzulegen.

Für die Restpopulationen der Rhön geben zum Beispiel Wenzel & Lange (2012, unveröff.) einen Überblick über die mögliche Vorgehensweise. Zweifelsohne kommen auch nur Individuen aus der Rhön für einen Wiederansiedlungsversuch im Vogelsberg in Frage. Hierbei ist abzuwägen, wann eine Entnahme von zum Beispiel befruchteten ♀♀ aus den noch verbliebenen Beständen in der Rhön verantwortbar ist, sei es, um diese selbst im Vogelsberg auszusetzen oder um zunächst eine temporäre „Vermehrungszucht" unter kontrollierten Zuchtbedingungen auf den Weg zu bringen.

Gewisse Hoffnungen für die Initiierung und Begleitung eines solchen Vorhabens wären an das seit November 2010 in der Planungsphase befindliche „Naturschutzgroßprojekt Vogelsberg" zu knüpfen. In einer Kurzdarstellung des Projektträgers (Verein Natur- und Lebensraum e.V. 2011, unveröff.) wird auch auf den Aufgabenbereich der Entwicklung und Darstellung von Leitbildern, Entwicklungszielen und Maßnahmen eingegangen. Unter „Waldlebensräume" ist hier auch zu lesen: [Es soll] „beispielhaft aufgezeigt werden, wie die großflächigen Waldregionen des Vogelsbergs – insbesondere des Oberwaldes mit seinen wertgebenden Wäldern und Sonderstandorten im Einvernehmen mit der Forstwirtschaft geschützt, entwickelt und gesichert werden können. Das Ziel ist die Umsetzung innovativer Konzepte für eine moderne Forstwirtschaft, welche ... auch die gesamten Anforderungen an den Schutz waldbewohnender Tiere und Pflanzen erfüllt."

© 2015 by Entomologischer Verein Apollo e. V., Frankfurt am Main

©Entomologischer Verein Apollo e.V. Frankfurt am Main; download unter www.zobodat.at

Resümee

Dies ist die Geschichte einer im mittelhessischen Raum ehemals angesiedelten Schmetterlingsart, die bereits seit 1936 nach Reichsnaturschutzgesetz geschützt war. Sie kam (auch) im Vogelsberg vor und ist dort seit inzwischen etwa 20 Jahren nicht mehr nachzuweisen. Das Zeitintervall beträgt ca. 185 Jahre seit dem Erstnachweis. Einer der Sprecher der Arge HeLep resümiert wie folgt: „Der Schwarze Apollo ist leider sicher im Vogelsberg ausgestorben, auch wenn das Jahr des Aussterbens nicht sicher bekannt ist" (Lange in litt. 2009). Gegenwärtig gibt es immerhin noch einige individuenschwache Populationen auf hessischen Boden in der Rhön im Grenzgebiet zu Bayern und Thüringen (wobei die stabile Existenz in Bayern klar, in Thüringen aber unklar ist).

Daß ein lokales Aussterben kein faunistischer Einzelfall ist, beweist auch das Verschwinden des Großen Wiesenvögelchens (*Coenonympha tullia* Müller, 1764) aus dem Hochmoorbereich des Hohen Vogelsbergs nach 1984 (Schmidt 1989) und etwas später auch aus ganz Hessen (Brockmann 1989, Lange et al. 2006). Ein Zusammenhang mag mit den periodisch anhaltend hohen SO_2/NO_x-Werten bestehen sowie mit der beständigen Nährstoffanreicherung der Hochmoorflächen durch Luftsticksoff aus landwirtschaftlicher Praxis (Gülle) und Einflußnahmen auf die Larvenfutterpflanze Wollgras (*Eriophorum* sp.). So ist auch als Tagfalter das Eiszeitrelikt Randring-Perlmutterfalter *Boloria (Proclossiana) eunomia* Esper, 1799 durch die Veränderungen des Hochmoors im Vogelsberg zunehmend gefährdet (Bewertung „im Bezugsraum stark gefährdet", Lange & Brockmann 2009).

Dicht mit der Futterpflanze Schlangenknöterich (*Polygonum bistorta*) bedeckte wechselfeuchte Flächen, 1974 noch Übergangszonen zur nassen, mit Torfmoos (*Sphagnum* sp.) und Sonnentau bewachsenen Zone des Kernmoors, sind heute (2013) zumindest stellenweise als abgetrocknete Mähwiesen und bestenfalls vom Grünlandcharakter her als temporär feuchte Randlagen (Übergangsbereiche) des Restmoors anzusprechen (eigene Beobachtungen 2013, verglichen mit 1974).

Im Jahr 1985 wurden noch über 60 Mio. m^3 Grundwasser aus dem Vogelsberg gefördert. Die damalige Zielplanung belief sich auf unglaubliche 120 Mio. m^3. Die Fördermenge hat sich gegenwärtig auf rund 42 Mio. m^3 eingependelt, wobei ständig kontrollierte „Grenzgrundwasserstände" als Überwachungsparameter eingeführt wurden und die fortlaufende Grundwasserentnahme für Natur und Mensch tolerierbar machen sollen (Schutzgemeinschaft Vogelsberg 2015). Die weiteren Entwicklungen sind abzuwarten.

Widmung

Ich möchte diese Arbeit dem ehemaligen Geschäftsführer des Naturparks Hoher Vogelsberg, Ernst Happel, Schotten, widmen, der sich ein Leben lang mit viel Engagement um den Erhalt und die Weiterentwicklung des Naturparks gekümmert hat und dies auch heute noch tut.

Danksagung

Für die Bereitschaft zu Debatten und die Preisgabe auch schriftlicher Informationen zum Thema danke ich: Dipl.-Ing. D. Baehr, Brachttal, Dipl.-Biol. E. Brockmann, Gießen, PD Dr. T. Gregor, Frankfurt am Main, E. Happel, Schotten, Dipl.-Biol. M. Krämer, Rhön-Grabfeld, Dipl.-Biol. A. C. Lange, Bad Schwalbach, Dr. P. Mende, Allendorf (Lumda), Dr. I. Nikusch, Offenburg, Dr. H. Sawitzki, Hungen, Dipl.-Fw. S. Stang, vormals Lauterbach, der UNB Lauterbach (Frau Dipl.-Biol. Huber), Dr. H.-O. Wack, Reiskirchen, Dipl.-Biol. R. Weiss-Franke, Allendorf (Lumda), Dr. M. Wiemers, Halle. Mein besonderer Dank gebührt Dr. A. Schmidt, Koblenz, und Dr. W. A. Nässig, Frankfurt am Main, für die Überlassung einiger Fotos und für hilfreiche Vorschläge zum Manuskript.

Literatur

Anonymus (1918): Der letzte Vogelsberger Apollo. — Vereinszeitschrift des Vogelsberger Höhen-Clubs „Frischauf", Schotten (Auszug ohne Seitenzahl), 1 S.

Baumann, E. (1967): Eine erste Bestandsaufnahme und zoogeographische Analyse der Großschmetterlinge im Naturschutzpark Hoher Vogelsberg. — Bericht der Oberhessischen Gesellschaft für Natur- und Heilkunde zu Gießen, **35:** 53–92.

Bergmann, A. (1952): Die Großschmetterlinge Mitteldeutschlands, Band **2,** Tagfalter. — Jena (Urania), 495 S.

—— (1955): Die Großschmetterlinge Mitteleuropas, Band **5/2** Spanner. Verbreitung, Formen und Lebensgemeinschaften. Geschichte, Probleme und Nachträge der Gesamtfauna. — Jena (Urania), S. 561–1267.

Brehm, J. (1987): Jährliche und tägliche Flugzeiten der Tagfalter in Osthessen (Hügelstufe). — Beiträge zur Naturkunde in Osthessen, Fulda, **23:** 95–125.

Brockmann, E. (1989, unveröff.): Schutzprogramm für Tagfalter in Hessen (Papilionidea [*sic*] und Hesperioidea). — Unveröff. Gutachten im Auftrag der Stiftung Hessischer Naturschutz, unpaginiert, ca. 900 S.

Bryk, F. (1935): Das Tierreich: Parnassiidae pars II (Subfam. Parnassiinae). — Berlin, Leipzig (Walter de Gruyter), 790 S.

Bundesamt für Naturschutz (2014): Internethandbuch zu den Arten der FFH-Richtlinie Anhang IV: Schwarzer Apollo. (*Parnassius mnemosyne*): Erhaltungsmaßnahmen: Handlungsempfehlungen Forstwirtschaft. — Bonn. URL: www. ffh-anhang4. bfn.de/ erhaltung-schwarzer-apollo. html (Änderungsstand: 14. x. 2014, zuletzt aufgerufen: 6. xi. 2015).

—— (2015): [Datenbank Gefäßpflanzen, FloraWeb]: Verbreitungskarten der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands. Verbreitungskarte *Corydalis intermedia* (L.) Merat, Mittlerer Lerchensporn in Deutschland, Datenstand x. 2013. — URL: www.floraweb.de/ webkarten/ karte.html?taxnr=1671 (zuletzt aufgerufen 6. x. 2015).

Burghardt, G. (1975): Gefahr für den Schwarzen Apollo (*Parnassius mnemosyne*) im Vogelsberg. — Entomologische Zeitschrift, Stuttgart, **85:** 225–228.

© 2015 by Entomologischer Verein Apollo e. V., Frankfurt am Main

©Entomologischer Verein Apollo e.V. Frankfurt am Main; download unter www.zobodat.at

Dässler, H.-G. (1991): Einfluß von Luftverunreinigungen auf die Vegetation: Ursachen, Wirkungen, Gegenmaßnahmen; 4. überarb. Auflage. — Jena (Fischer), 268 S.

Descimon, H. (2006): La conservation des *Parnassius* en France: aspects zoogéographiques, écologiques, démographiques et génétiques, 1 — Situation en 1995. — Bulletin des Lépidoptéristes Parisiens, Paris, **15** (33): 34–52.

Ellenberg, H., Weber, H. E., Düll, R., Wirth, V., Werner, W., & Paulssen, D. (1992): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa (2. Aufl.). — Scripta Geobotanica, Göttingen (E. Goltze), **18:** 258 S.

Giessener Allgemeine Zeitung (2012): Artikel vom 21. xi. 2012, „Deutsche Eiche hat Blättermangel: Das Waldsterben ist noch nicht vorbei — Ursache ist allerdings nicht mehr der saure Regen". — Gießen.

—— (2014): Artikel vom 21. i. 2014, „Stickoxidbelastung weiterhin zu hoch". — Gießen.

Gönner, P. (1929): *Parnassius mnemosyne hassicus* Pagenst. (Lep.). — Entomologische Zeitschrift, Stuttgart, **43:** 32–34.

—— (1930): Sammeltage im Vogelsberg. — Entomologischer Anzeiger, Wien, **10:** 193–197.

Gratton, P., & Sbordoni, V. (2009): Isolation of novel microsatellite markers for the Clouded Apollo (*P. mnemosyne* Linnaeus 1758; Lepidoptera, Papilionidae). — Conservation Genetics, Heidelberg, **10:** 1141–1143.

Grosser, N. (1991): Zur Situation des Schwarzapollos (*Parnassius mnemosyne* L.) in den Ländern Thüringen und Sachsen-Anhalt. — Artenschutzreport, Jena, **1:** 16–18.

—— (2004): Die Tier- und Pflanzenarten nach Anhang IV der FFH-Richtlinie im Land Sachsen-Anhalt: Kap. 3.2.1 Schmetterlinge (Insecta, Lepidoptera): *Parnassius mnemosyne* (Linnaeus, 1758) — Schwarzapollo. — Naturschutz im Land Sachsen-Anhalt (Landesamt für Umweltschutz, Halle), **Sonderheft 2004:** 9–12.

Hahn, B. (2000, unveröff.): Zehn Jahre Windenergiepark Vogelsberg, Zwischenbericht. — Kassel (Institut für solare Energieversorgungstechnik, Auftraggeber Windenergiepark Vogelsberg, Friedberg), 18 S.

Hohmann, R., & Kluge, U. (2004): Schwarzer Apollo, *Parnassius mnemosyne*.— NAOM-Merkblatt „Bedrohte, gefährdete und geschützte Schmetterlinge", Obertshausen, Nr. 58-04 *(*downloadbar unter www. kreta-umweltforum. de/ Merkblaetter/ Sammelmappe_Schmetterlinge_51-100.zip, zuletzt aufgesucht 6. xi. 2015*)*.

Koeniger, K. (1954): Entomologische Erinnerungen aus dem Vogelsberg. — Der Vogelsberg, Blätter für Heimat und Wandern: Monatsschrift des Vogelsberger Höhen-Clubs (e.V.), Schotten, **37** (6): 1–2.

Kolb, K.-H. (2007): Der Schwarze Apollo in der bayrischen Rhön. — S. 17–22 *in:* Regierung von Unterfranken (Hrsg.), Naturschutzprojekte in der Rhön. — Oberelsbach, 52 S.

Köstler, W. (2013): Außergewöhnliche Raupenzeichnung bei einer Population von *Parnassius mnemosyne* (Linnaeus, 1758) in Griechenland (Lesitse-Gebirge, Anatolische Rhodopen) (Lepidoptera, Papilionidae, Parnassiinae). — Nachrichten des Entomologischen Vereins Apollo, Frankfurt am Main, N.F. **34** (3): 105–107.

Kudrna, O., & Seufert, W. (1991): Ökologie und Schutz von *Parnassius mnemosyne* (Linnaeus, 1758) in der Rhön. — Oedippus, Bad Neustadt-Salz (Gesellschaft für Schmetterlingsschutz) **2,** 44 S.

Kühnert, M. (2008, unveröff.): Umweltverträglichkeitsprüfung S10 Mühlviertler Schnellstraße, Unterweitersdorf, Luftschadstoffe und Klima, Teilgutachten Nr. 04. — Wien (Österreichisches Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie).

Lange, A. C., & Brockmann, E. (2009): Rote Liste (Gefährdungsabschätzung) der Tagfalter (Lepidoptera: Rhopalocera) Hessens (Dritte Fassung, Stand 6. 4. 2008, Ergänzungen 18. 1. 2009). Erstellt im Auftrag des Hessischen Ministeriums für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz [HMUELV] im Namen der Arbeitsgemeinschaft Hessischer Lepidopterologen (Arge HeLep). — Rote Listen Hessens (Hrsg. HMUELV), Wiesbaden, 32 S.

——, & Wenzel, A. (2004): Arten des Anhanges IV; Artensteckbrief *Parnassius mnemosyne* (Linnaeus 1758), Schwarzer Apollo. — natureg.hessen.de/ resources/ recherche/ FENA/ Schmetterlinge/ Artensteckbrief_ 2004_ Schwarzer_ Apollo_ Parnassius_ mnemosyne. pdf (zuletzt aufgesucht: 6. xi. 2015).

——, ——, & Ruppert, T. (2006): Untersuchungen zum Vorkommen des Wald-Wiesenvögelchens (*Coenonympha hero* L., 1761) im Gebiet „Heubruchwiesen von Eschenstruth" (NSG und FFH-Gebiet 4723-302). — natureg. hessen. de/ resources/ recherche/ FENA/ Schmetterlinge/ Artgutachten_ 2006_ Wald_ Wiesenvoegelchen_ Coenonympha_ hero. pdf (zuletzt aufgesucht: 6. xi. 2015).

Lederer, G. (1938): Die Naturgeschichte der Tagfalter unter besonderer Berücksichtigung der palaearktischen Arten, Teil 1. — *In:* Handbuch für den praktischen Entomologen, Allgemeine Biologie, II. Band: Tagfalter (Diurna), 2. Auflage (urspr. hrsg. als Buchreihe des IEV e.V., Frankfurt am Main). — Stuttgart (Alfred Kernen), 160 S., 2 SW-Taf.

Leopold, P. & Pretscher, P. (2006): Kriterien zur Bewertung des Erhaltungszustandes der Populationen des Schwarzen Apollofalters *Parnassius mnemosyne* (Linnaeus, 1758). Allgemeine Bemerkungen, Bewertungsschema. — *In:* Empfehlungen für die Erfassung und Bewertung von Arten als Basis für das Monitoring nach Artikel 11 und 17 der FFH-Richtlinie in Deutschland. — Berichte des Landesamts für Umweltschutz Sachsen-Anhalt, Halle, **Sonderheft 2:** 189–190.

Lüer, I., & Otter, H. (1996, unveröff.): Stadt Schotten: Flächennutzungsplan mit integriertem Landschaftsplan. Entwurf 1996. — Gießen-Wieseck (Consulting Team Mitte), 364 S., 3 Anhänge.

Meglecz, E., Pecscenye, K., Peregovits, L., & Varga, Z. (1997): Allozyme variation in *Parnassius mnemosyne* L. (Lepidoptera) populations in North-East Hungary: Variation within a subspecific group. — Genetica, Budapest, **101:** 59–66.

Müller, A. (1965): Borstenuntersuchungen an *Parnassius mnemosyne* L. (Lep.: Parnassiidae). — Entomologische Zeitschrift, Stuttgart, **75:** 177–182.

Pagenstecher, A. (1911): Über die Geschichte, das Vorkommen und die Erscheinungsweise von *Parnassius mnemosyne* L. — Jahrbücher des Nassauischen Vereins für Naturkunde in Wiesbaden **64:** 262–310.

Rink, U., & Weigmann, G. (1987): Entscheidungshilfen für die Prüfung in Sonderfällen nach TA Luft (Nr. 2.2.1.3), Teil II, Beurteilung der Wirkung von Schwefeldioxid und Fluorwasserstoff auf Tiere. — Umweltbundesamt Berlin im Auftrag des BM für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Berichte **8/87** Berlin (Erich Schmidt).

Schmidt, A. (1989): Die Großschmetterlinge des Vogelsbergs. — Das Künanzhaus, Zeitschrift für Naturkunde und Naturschutz im Vogelsberg, Forschungsarbeiten aus dem Künanz-Haus, Schotten, **Supplement 3,** 210 S.

—— (1991): Zur Situaton des „Schwarzen Apollo" (*Parnassius mnemosyne* Linnaeus 1758) im Vogelsberg. — Das Künanzhaus, Zeitschrift für Naturkunde und Naturschutz im Vogelsberg, Schotten, **13:** 35–37.

© 2015 by Entomologischer Verein Apollo e. V., Frankfurt am Main

©Entomologischer Verein Apollo e.V. Frankfurt am Main; download unter www.zobodat.at

Schubert, R. (1985, Hrsg.): Bioindikation in terrestrischen Ökosystemen. — Stuttgart (G. Fischer), 327 S.

Schutzgemeinschaft Vogelsberg e.V. (2015): Über uns: Erreichtes: Fördermengen. — URL: www.sgv-ev.de/?page_id=412 (zuletzt aufgesucht: 6. xi. 2015).

Seyb, A. (1921): Die Tierwelt unserer Heimat. IV. — Mitteilungen des Heimatbundes, Verein für Heimatschutz und Heimatpflege im Kreise Schlüchtern, Schlüchtern, **13:** 131–132.

Siegel, A. (1909): Fangergebnisse an Lepidopteren auf dem oberen Vogelsberg. — Internationale Entomologische Zeitschrift, Guben, **3:** 115. *[Zitiert nach Brockmann 1989.]*

Siegler, K. (1952): Flugzeit von *Parnassius mnemosyne hassicus* Pag. — Entomologische Zeitschrift, Stuttgart, **62:** 104.

Steeg, M. (1961): Die Schmetterlinge von Frankfurt am Main und Umgebung mit Angabe der genauen Flugzeiten und Fundorte. — Frankfurt am Main (Internationaler Entomologischer Verein e.V.), 122 S.

Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie (2009): Artensteckbriefe Thüringen: Schwarzer Apollofalter. — Jena, 3 S. — URL: www.thueringen.de/ imperia/ md/ content/ tlug/ abt3/ artensteckbriefe/ schmetterlinge/ artensteckbrief_parnassius_mnemosyne_260209.pdf (zuletzt aufgesucht: 6. xi. 2015).

Umweltatlas Hessen (2013a): Hessisches Landesamt für Umwelt und Ökologie, Wiesbaden. Luft. Immissionskataster: Schwefeldioxid. — URL: atlas. umwelt. hessen. de/ servlet/ Frame/ atlas/ luft/ ik/ qualitaet/ so2/ so2_txt.htm (zuletzt aufgerufen: 6. xi. 2015).

—— (2013b): Hessisches Landesamt für Umwelt und Ökologie, Wiesbaden. Luft. Immissionskataster: Stickstoffdioxid. — URL: atlas. umwelt. hessen. de/ servlet/ Frame/ atlas/ luft/ ik/ qualitaet/ so2/ so2_txt.htm *[sic! Zu finden über: atlas. umwelt. hessen. de/ atlas/ luft/ inhalt.htm]* (zuletzt aufgerufen: 6. xi. 2015).

Umweltbundesamt (2015): Bundesland Hessen: Klimafolgen ... Klimaänderungen. — URL: www. umweltbundesamt. de/ themen/ klima-energie/ klimafolgen-anpassung/ bundesland-hessen/ (zuletzt aufgerufen: 6. xi. 2015).

Verein Natur- und Lebensraum e.V. (Projektträger; undatiert, erhalten 2011, unveröff.): Broschüre zum „Naturschutzgroßprojekt Vogelsberg". — Lauterbach, 11 S.

Vojnits, A. M., & Acs, E. (2000): Biology and behavior of a Hungarian population of *Parnassius mnemosyne* (Linnaeus 1758). — Oedippus, Schweinfurt, **17,** 24 S.

Wenzel, A., & Lange, A. C. (2012, unveröff.): Fast ausgestorben: Der Schwarze Apollo in der Rhön. Zwischenbilanz zur Umsetzung des Artenhilfskonzeptes für den Schwarzen Apollo (*Parnassius mnemosyne*, FFH-Anhang IV). — PPT-Vortrag, Auftraggeber Hessen-Forst FENA Gießen. — Verkleinert einsehbar (kein Download) unter URL: www. yumpu. com/ de/ document/ view/ 11158047/ wenzel-ahk-schwarzer-apollo (zuletzt aufgerufen: 6. xi. 2015).

Eingang: 26. iii. 2014, 20. vii. 2015

© Entomologischer Verein Apollo e. V., Frankfurt am Main, Dezember 2015 ISSN 0723-9912

© 2015 by Entomologischer Verein Apollo e. V., Frankfurt am Main

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Nachrichten des Entomologischen Vereins Apollo

Jahr/Year: 2015

Band/Volume: 36

Autor(en)/Author(s): Weiss Michael

Artikel/Article: spezifiDer Schwarze Apollo (Parnassius mnemosyne Linnaeus, 1758; Lepidoptera, Papilionidae) im Vogelsberg (Deutschland, Mittelhessen): Überlegungen zu seinem Leben und Ableben 161-173