

Welche Schmetterlingsarten sind an Arm- und Zwischenmoore im nordostdeutschen Tiefland gebunden?

Which Butterflies and Moth are connected with bogs of the lowland of north-eastern Germany?

VOLKER THIELE

Zusammenfassung

Zu Schmetterlingsarten nährstoffarmer Moore der nordostdeutschen Tiefebene gibt es eine umfangreiche, teils aber widersprüchliche Literatur, die unterschiedliche Bindungen tyrphobionter Arten an ihre extreme Umwelt beleuchtet. In der vorliegenden Publikation wird versucht, diese Aspekte zu systematisieren, anhand von konkreten Parametern die Zugehörigkeit von Arten zu dieser Gruppe zu begründen und mit einigen Irrtümern zu brechen. Dazu wurden die postglaziale Verbreitungsgeschichte der Schmetterlinge herangezogen, Besonderheiten der Moorhabitats herausgestellt und die Wirkung des Eigenklimas der Moore auf die typischen Arten beschrieben. Gleichzeitig konnte nachgewiesen werden, dass der Begriff „Glazialrelikt“, bezogen auf die tyrphobionten Arten, häufig falsch benutzt wird.

Summary

There is an extensive, but sometimes contradictory literature about tyrphobiontic butterfly and moth species of the northeastern German lowlands describing different types of species-bindings on the extreme environment of nutrient-poor bogs. In the present paper an attempt is started to systematize these aspects to justify the affiliation of species to this group, based on specific parameters. For this purpose, the post-glacial history of butterfly and moth has been analyzed. The peculiarities of bog habitats are used for assessment. The influence of the intrinsic climate of bogs on the typical species is described. It could be proved that the term “glacial relicts” is often misused due to the term “tyrphobiontic species”.

Einleitung

Typische Schmetterlinge von Arm- und Zwischenmooren zu benennen, erscheint dem versierten Entomologen einfach. Es kommen aber die ersten Zweifel, wenn man begründen soll, ob die benannte Art an nährstoffarme Moore (syn. Hochmoore, Regenmoore, Torfmoore, ombrotrophe Moore) gebunden ist, ob sie als stete Begleiter angesprochen werden muss oder ob sie gar aus dem zumeist landwirtschaftlich genutzten Umland stammt. In diesem Zusammenhang stellt sich die Frage nach den Kriterien für eine Moorbindung. Schnell werden die Fraßpflanzen herangezogen, aber reicht dieses Kriterium aus? Häufig wird das Argument diskutiert, dass tyrphobionte/tyrphophile Schmetterlingsarten Glazialrelikte seien, die nacheiszeitlich in den kalten Lebensräumen der Moore überlebt haben. Doch ist es wirklich an dem? So erscheint es

wichtig, anhand von klassifizierbaren Merkmalen solche Arten abzuleiten. Die Ergebnisse dieser Betrachtungen sollen nachfolgend diskutiert werden.

Ergebnisse und Diskussion

Über Schmetterlingsvergesellschaftungen von nährstoffarmen Mooren ist in der Vergangenheit viel geforscht worden (u.a. HOLDHAUS 1912, RABELER 1930, PEUS 1932, BERGMANN 1951, DE LATTIN 1967, GELBRECHT 1988, BURMEISTER 1990, WEIDLICH 1992, BRUNZEL & BUSSMANN 1994, GELBRECHT et al 2003, GRÄWE, THIELE & ROWINSKY 2004, THIELE, BERLIN, BLUMRICH & HÖHLEIN 2004, THIELE, PRECKER, BERLIN & BLUMRICH 2011, GERSTBERGER 2014). Die Art ihrer Bindung an diesen Lebensraum spielte dabei immer wieder eine große Rolle (RABELER 1930, PEUS 1932 etc.). DE LATTIN (1967) subsummierte das Wissen zur Verbreitung und zu den Ansprüchen der Lepidopterenarten und fokussierte in seiner holozänen Verbreitungsgeschichte häufig auf diese Artengruppe. Durch die Entwicklung einer ökologischen Typologie der Moore (SUCCOW & JESCHKE 1986, SUCCOW & JOOSTEN 2001) wurde es für die unterschiedlichen Moorökosysteme möglich, konkrete Kopplungen zwischen abiotischen und biotischen Faktoren und den Anspruchskomplexen der Arten zu vollziehen.

Bindung an typische Biotope und Fraßpflanzen

Lepidopteren in Armmooren sind an das Vorhandensein bestimmter Zwergstrauch-Torfmoosrasen (*Oxycocco-Sphagnetæ*) mit Moosbeeren, Rosmarinheide, Wollgräsern und Seggen sowie in verheidenen Stadien mit Besen- und Glockenheide gebunden. Die Phytocönose ist insgesamt in diesen Bereichen sehr artenarm und spezialisiert. In den angrenzenden Kiefern- oder Moorbirkenwäldern stehen zumeist Sumpfporst, Moor-Heidelbeere und im Küstenbereich der Gagelstrauch. Wird es nährstoffreicher (mesotroph-saure Moore), so spielen die Torfmoos-Seggenriede (*Sphagno-Caricetalia*) mit Wollgräsern und verschiedenen Seggenarten eine größere Rolle (vgl. GELBRECHT et al. 2003). Auf Grund der nicht mehr so extremen Bedingungen kommen zahlreiche weitere Pflanzen- und natürlich auch Schmetterlingsarten hinzu. Schaut man sich das Fraßpflanzenspektrum von tyrphobionten Schmetterlingsarten der Arm- und Zwischenmoore an, so werden zumeist Pflanzen, wie Wollgräser, Preiselbeere, Moor-Heidelbeere, Moosbeere, Heidelkraut und Sumpf-Porst als Nahrung angenommen. Solche Pflanzen finden sich gehäuft auch in

den borealen und montanen, eurasiatischen Verbreitungsräumen der Arten.

Bindung an das Eigenklima der Moore

Bereits PEUS (1932) beschäftigt sich intensiv mit der Art der Bindung von tyrphobionten Taxa an die Verhältnisse der Hochmoore. Er ging davon aus, dass diese ökologische Gruppe zum boreoalpinen bis boreomontanen Verbreitungstyp (nordisch-alpin bis nordisch) gehört und im Atlantikum eine Arealengrenzung erfuhr. Dort überlebten die Arten in Gebieten mit einem kühleren Eigenklima (kontinentaler) und dem Vorhandensein von Pflanzen, die heute noch im borealen bis subarktischen Gürtel der Erde gefunden werden. Nach BURMEISTER (1990) sind deshalb für die Ausbildung einer spezifischen Regenmoorflora und -fauna die Extreme im terrestrischen Mikroklima von großer Bedeutung. Die kaltkontinentalen Bedingungen fordern von den Besiedlern eine große Toleranz gegenüber Temperaturschwankungen und eine erhöhte Kälteresistenz. Typische Regenmoorarten gehören somit zumeist dem boreomontanen Verbreitungstyp an (Hochmoorgelbling *Colias palaeno*, Hochmoor-Bläuling *Vacciniina optilete*, Hochmoor-Perlmutterfalter *Boloria aquilonaris*). In den Schlenken herrschen zudem eine hohe Luftfeuchtigkeit und ein ausgeglichenes Mikroklima vor. Hingegen ist es im Bultenbereich vergleichsweise trockener und es besteht durch die Exposition ein Extremklima. Tyrphobionte Arten benötigen vielfach beide Bereiche innerhalb ihrer metamorphotischen Entwicklung. Die häufig in intakten Armmooren auftretende Baumfreiheit ist ein wichtiges Element für viele tyrphobionte Arten. So sind *Colias palaeno*, *Vacciniina optilete* sowie *Anarta cordigera* schattenfliehend und benötigen solche offenen Bereiche (PEUS 1932).

Bindung durch die holozäne Besiedlungsgeschichte

Vor ca. 1,8 Millionen Jahren begann auf der nördlichen Halbkugel das Eiszeitalter. Die Temperaturen sanken deutlich, Vergletscherungen auf den Kontinenten nahmen stark zu (KAHLKE 1981). Ein großer Teil der artenreichen Fauna des Miozäns starb aus oder überlebte in verschiedenen Refugialräumen. Bezüglich der mitteleuropäischen Arten lassen sich solche Räume vornehmlich im amurisch-sibirischen, mediterranen oder pannonisch-pontischen Bereich nachweisen. Auf dem Höhepunkt der Vereisung gab es in Europa einen noch ca. 300 Kilometer breiten eisfreien Streifen zwischen den skandinavischen und Alpengletschern. Die dort existierende Frostschutt-Tundra war von einer glazialen Mischfauna bevölkert, die aus dem Norden und den Alpen stammte (v.a. arkoalpine Taxa). Im Hochglazial vor 21.000 Jahren herrschten dort Bedingungen, wie wir sie heute noch beispielsweise aus den Permafrostgebieten im Norden Skandinaviens kennen (LANG 1994, LOWE & WALKER 1997).

Für Insekten waren die Entwicklungsbedingungen in diesen Bereichen sicherlich suboptimal. Zudem gibt es bei ihnen nur wenige Relikte aus dieser Zeit. Diese wurden vornehmlich bei Bohrungen in Mooren gefunden. Es ist aber sehr wahrscheinlich, dass einige Insektenarten periglazial überlebten. Für Köcherfliegen und Libellenarten ist das nachgewiesen (vgl. MALICKY 1990, BROCKHAUS 2012). Schmetterlinge dürften aber in eisfreien Gebieten auch hinreichende Existenzbedingungen vorgefunden haben (SCOTT 1986, LAYBERRY, HALL & LA-FONTAINE 2001). In den kurzen Sommern kam es, bedingt durch den hohen Sonnenstand, zur stärkeren Erwärmung der Tundrenböden. Das führte beispielsweise zur Ausbildung einer „an Zwergsträuchern reichen Tundra mit Steppenelementen“ (KAHLKE 1981). Damit dürften Nektarquellen und Fraßpflanzen für kälteangepasste Lepidopteren vorhanden gewesen sein. In den kurzen Sommern konnte aber die Larvalentwicklung nicht abgeschlossen werden. So benötigten die Arten mehrere Jahre für ihre metamorphotische Entwicklung, wie das heute von Taxa aus Grönland bekannt ist (WOLFF 1964, KUKAL, HEINRICH & DUMAN 1988, KUKAL & DAWSON 1989, THIELE 2013). Die meisten der zur glazialen Fauna gehörigen Tierarten (arkoalpiner Verbreitungstyp) zogen sich mit Abtauen des Eises nach Norden (zumeist Skandinavien, vgl. THIELE & THIELE 2011, BERLIN & THIELE 2012) bzw. Süden (Alpen) zurück.

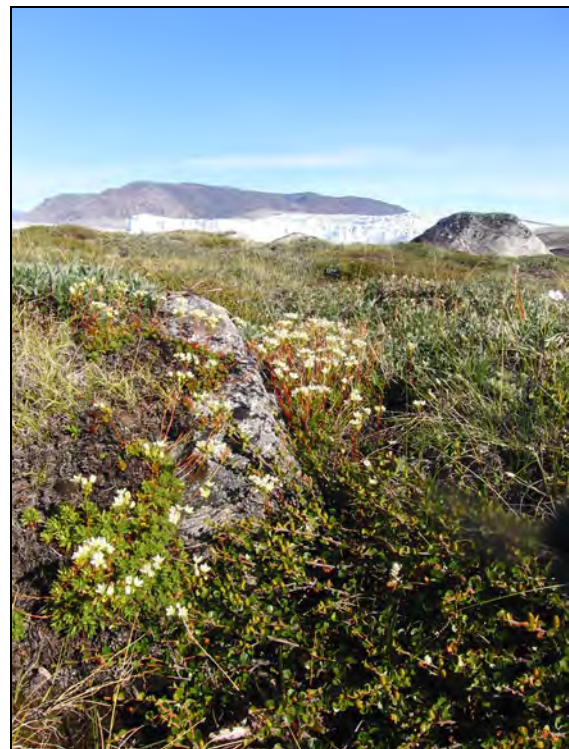


Abb. 1: So könnten die Bedingungen während der Eiszeiten gewesen sein (westliches Grönland).



Abb. 2: Eine Art, die die Eiszeiten „überdauerte“, ist *Clossiana chariclea*.

Warum tyrphobionte Arten keine Glazialrelikte sein können

Mit den sich verbessernden Klimabedingungen breiteten sich Schmetterlingsarten der verschiedenen Refugialräume wieder in der Tiefebene aus, so dass eine Mischfauna entstand. Arten des amurisch-sibirischen Refugialraumes bildeten dabei die Majorität der in Mitteleuropa einwandernden Arten (DE LATTIN 1967). Mit einsetzender Bewaldung des Kontinents drangen diese, zumeist boreomontane Faunenelemente in Richtung Westen vor. Sie waren an ein kontinentales Klima angepasst und dürften im Präboreal/Boreal die westlichste Ausdehnung gehabt haben. Mit dem zunehmenden atlantischen Charakter des Klimas (Atlantikum, Bildung der nährstoffarmen Moore) wurden sie wieder nach Osten zurückgedrängt und hinterließen in „günstigen“ Lagen Reliktvorkommen. Die „Kälteinseln“ der nährstoffarmen Moore waren solche Bereiche, in denen sich die Arten ansiedeln konnten.

Somit handelte es sich bei diesem Vorgang nicht um

- eine Ausbreitung arktalpiner Tundrenarten, sondern um
- Vorstöße boreomontaner Waldarten (DE LATTIN 1967).

Als sich die meisten unserer Hochmoore im relativ milden Atlantikum bildeten, war das Land bereits bewaldet und die kälteangepassten Arten nach Norden bzw. in die Alpen abgedrängt worden. Damit darf bei den tyrphophilen Arten nicht von Glazialrelikten gesprochen werden.

Begründung tyrphobionter und tyrphophiler Arten

Seit längerer Zeit beschäftigen sich Lepidopteriologen aus unterschiedlichen Blickwinkeln mit den Schmetterlingen der Moore. Dabei hat sich eine Kulisse moorgebundener Taxa ergeben, die nachfolgend anhand o.g. Parameter auf ihre Tyrphophilie hin bewertet werden soll. Dabei gilt es zu beachten, dass umfassende Informationen nur zum Verbreitungstyp und zu den Fraßpflanzen vorliegen. Deshalb soll sich die Auswertung vornehmlich darauf konzentrieren. Zu diesem Zweck sind die

Erkenntnisse folgender Publikationen gelistet worden:

RABELER (1930), PEUS (1932), BERGMANN (1951), DE LATTIN (1967), GELBRECHT (1988), DEUTSCHMANN (1988), BURMEISTER (1990), WEIDLICH (1992), BIOTA (1996, 1997), DEUTSCHMANN (1999), THIELE & BERLIN (1999, 2002), GELBRECHT et al. (2003), GRÄWE, THIELE & ROWINSKY (2004), THIELE, BERLIN, BLUMRICH & HÖHLEIN (2004), THIELE, PRECKER, BERLIN & BLUMRICH (2011), GERSTBERGER (2014), THIELE et al. (2014).

Bei 10 von den in der Literatur genannten Arten (vgl. Tab. 1) kann mit großer Wahrscheinlichkeit behauptet werden, dass sie

- dem boreoalpinen/boreomontanen Verbreitungstyp angehören oder zumindest im nördlichen borealen Gürtel vorkommen und
- auf Fraßpflanzen leben, die für viele Arm- und Zwischenmoore typisch sind.

Diese Taxa sind somit als tyrphobiont zu bezeichnen (blaue Spalte). Weitere 10 Arten müssen als unterschiedlich tyrphophil eingestuft werden (gelbe Spalte) und 4 Taxa treten als stete Begleiter auf (orangefarbene Spalte).

Mit diesen Arten ist die Liste keinesfalls vollständig und kann gerade bei Taxa mit niedrigen Graden an Tyrphophilie deutlich erweitert werden. Hinzu kommen noch ubiquitäre Arten und Sekundärbesiedler aus dem Umland.

Welche dieser Arten in den verschiedenen Typen von Arm- und Zwischenmooren wie vergesellschaftet vorkommen, gilt es in der Folgezeit durch gezielte Beobachtungen zu verifizieren.

Vorkommen tagfliegender tyrphobionter Schmetterlinge der Arm- und Zwischenmoore in Mecklenburg

Aus den Mooren Mittel- und Westmecklenburgs lagen den Autoren relativ aktuelle Daten zu den tyrphobionten Tagfaltern vor (BIOTA 1996, 1997, DEUTSCHMANN 1988, 1999, THIELE & BERLIN 2002, THIELE, BERLIN, BLUMRICH & HÖHLEIN 2004, GRÄWE, THIELE & ROWINSKY 2004, BECKMANN et al. 2005, THIELE, PRECKER, BERLIN & BLUMRICH 2011, THIELE et al. 2014). Zudem wurden noch einzelne Entomologen befragt, die zu aktuellen Erfassungen Auskunft gaben (DEUTSCHMANN 2014, HIPPE 2014 mdl. Mitt.).

Colias palaeno kommt in keinem mecklenburgischen Moor mehr vor. Der Hochmoor-Perlmutterfalter (*Boloria aquilonaris*) und Hochmoor-Bläuling (*Vacciniina optilete*) finden sich noch in der Moorrinne Dänschenburger/Gresenhorster/Dammerstorfer Moor sowie im Grambow Moor.

Im Schlichten Moor bei Schlieffenberg und im Rahmannsmoor bei Krakow an See ist der Hochmoor-Perlmutterfalter in stark schwankenden Abundanz nachweisbar. Der Hochmoor-Bläuling kommt noch im Moor bei Darze vor.

Tabelle 1: Aus der Literatur extrahierte Arten von Arm- und Zwischenmooren (syn. Hochmoore, Regenmoore, Torfmoore) mit Fraßpflanzenpräferenzen der Raupen und dem Verbreitungstyp. Legende: blau = stenotop an nährstoffarme Moortypen angepasst (tyrphobiont), gelb = tyrphobiont - tyrphophil (m.o.w. stete Begleiter), orange = tyrphophil bis Sekundärbesiedler (Gelegenheitsbesucher)

Verbreitungstyp	boreomontan	eurasiatisch/ holoarktisch	eurossiatisch/holoarktisch/ bis vorderasiatisch/ mediterran
Ausgewählte typische Fraßpflanzen	<i>Vaccinium uliginosum</i> , <i>V. vitis-idaea</i> , <i>V. myrtillus</i> , <i>Eriophorum</i> sp., <i>Oxycoccus palustris</i> , <i>Ledum palustre</i> , <i>Andromeda polifolia</i> , <i>Viola palustris</i>	<i>Carex</i> sp., <i>Polygonum bistorta</i> , <i>Calluna vulgaris</i> , <i>Erica tetralix</i> , <i>Sorbus aucuparia</i> , <i>Juncus</i> sp., <i>Lysimachia</i> sp., <i>Menyanthes trifoliata</i> , <i>Ranunculus</i> sp., <i>Primula</i> sp., <i>Betula</i> sp., <i>Salix</i> sp., <i>Taraxacum</i> sp.	Lebermoose, Erlenflechten, <i>Galium palustre</i> , <i>Lactuca</i> sp., <i>Plantago lanceolata</i> , <i>Polygonum</i> sp., <i>Potentilla palustris</i> , <i>Rubus fruticosus</i> , <i>Rubus idaeus</i> , <i>Rumex hydrolythum</i>
Arten	<i>Colias palaeno</i> L. <i>Boloria aquilonaris</i> STICH. <i>Vacciniina optilete</i> KNOCH <i>Coenophila subrosea</i> STEPH. <i>Lithophane lamda</i> F. <i>Anarta cordigera</i> THNBG. <i>Syngrapha interrogationis</i> L. <i>Carsia sororiata</i> HBN. <i>Eupithecia gelidata</i> MÖSCHL. <i>Arichanna melanaria</i> L.	<i>Coenonympha tullia</i> MÜLL <i>Procllossiana eunomia</i> ESP <i>Orgyia antiquiodes</i> HBN. <i>Acronicta menyanthidis</i> ESP. <i>Diarsia dahlia</i> HBN. <i>Protolampra sobrina</i> DUP. <i>Lithomoia solidaginis</i> HBN. <i>Celaena haworthii</i> CURT. <i>Amphipoea lucens</i> FRR. <i>Hyphenodes humidalis</i> DOUBL.	<i>Thumatha senex</i> HBN. <i>Scopula corrivalaria</i> KRETSCH. <i>Idea muricata</i> HUFN. <i>Itame brunneata</i> THNBG.

Alle hochmoortypischen Tagfalterarten sind offensichtlich im Teufelsmoor bei Horst, im Rugenseemoor bei Bützow, im Tessiner und Neuendorfer Moor (Schaalseebereich) sowie im Schönwolder Moor lokal ausgestorben.



Abb. 3 Typische tyrphobionte Art *Colias palaeno*

Warum kommen tyrphobionte Arten im Gebirge auch außerhalb von Hochmooren vor?

Viele Autoren stellen fest, dass es zahlreiche tyrphobionte Arten gibt, die auch außerhalb von Mooren vorkommen (PEUS 1932, BERGMANN 1951 etc.).



Abb. 4: *Vacciniina optilete*

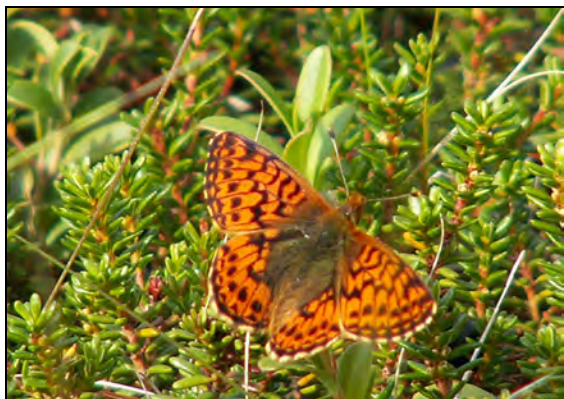


Abb. 5: *Boloria aquilonaris*



Abb. 6: *Arichanna melanaria*



Abb. 7: Nährstoffarmes Moor mit Wollgrasdecke im Planai-Massiv (Österreich)

Dabei wird häufig der Hochmoorgebling *Colias palaeno* als Beispiel angeführt. Diese Beobachtungen kann der Autor aus dem österreichischen Hochgebirgsbereich bestätigen. Das oft flächige Auftreten dieser Arten auch außerhalb von Hochmooren ist mit verschiedenen Fakten zu erklären. So sind tyrphobionte Arten nicht an Torf gebunden, sondern vielmehr an spezifische mikroklimatische, strukturelle sowie Vegetationsverhältnisse von Mooren. Das sind insbesondere ein

- durch Extreme gekennzeichnetes Eigenklima,
- ein amphibischer Lebensraum mit stark differierenden Feuchteverhältnissen,
- der spezifische Wechsel von Offenland- und Waldrandverhältnissen und
- das Vorhandensein von bestimmten Fraßpflanzen.

In Gebirgen kommen viele kleinere und größere Senken vor, in denen Wasser steht und häufig Prozesse der Moorbildung ablaufen. Darin entwickeln sich auch moortypische Vegetationsstrukturen. Hinzu kommen zahlreiche hangseitige Wasseraustritte, die das Aufkommen von moortypischen Pflanzen (u.a. Rauschbeere, Wollgras) gestatten. Das Klima ist ohnehin in größeren Höhen sehr rau, so dass v.a. arкто-alpine bis boreo-alpine Arten hinreichende Lebensbedingungen vorfinden.

Neben den Mooren hat sich entlang von Ökotonen zumeist eine blütenreiche Flora entwickelt, die den Imagines hinreichend Nektarquellen bietet. Dieses Gefüge ist aufgrund der spezifischen orographischen Verhältnisse im (Hoch-) Gebirge diffus im Gelände vorhanden und nicht, wie im Tiefland, auf einige Punkte mit Moorbildungspotential konzentriert. Deshalb erscheint es zum einen so, als ob die tyrphobionten Arten überall vorkommen, zum anderen mischen sich im Hochgebirge vielfach Glazialrelikte und tyrphobionte Arten.



Abb. 8: In der hochmontanen Stufe tritt *Lasiocampa quercus* regelmäßig in nährstoffarmen Mooren auf, ohne eine typische Hochmoorart zu sein (Weibchen, Planai, Oberösterreich)

Literatur

- BECKMANN, H., BERLIN, A., BLUMRICH, B., EITNER, M., GOTTSCHALK, H.-J., GRÄWE, D., THIELE, V. & WOLF, F.** (2005): Zur Kenntnis der Entomofauna des Flächennaturdenkmals „Maekelberg“ und angrenzender Flächen (Krakow am See, Landkreis Güstrow, Mecklenburg-Vorpommern). – Arch. Freunde Naturg. Mecklenb. XLIII, 81-98
- BERGMANN, A.** (1951): Die Großschmetterlinge Mitteldeutschlands. Band 1. – Jena (Urania Verlag), 631 S.
- BERLIN, A. & THIELE, V.** (2012): Ephemeroptera, Plecoptera, und Trichoptera Mecklenburg-Vorpommerns. Verbreitung, Gefährdung, Bioindikation. – Friedland (Steffen-Verlag), 303 S.
- BIOTA (1996): Erarbeitung eines landesweit gültigen Bewertungsverfahrens für Hochmoore auf der Basis zoologischer Taxa“. 1. Teil. Ministerium für Landwirtschaft und Naturschutz des Landes Mecklenburg-Vorpommern, Schwerin.
- BIOTA (1997): Erarbeitung eines landesweit gültigen Bewertungsverfahrens für Hochmoore auf der Basis zoologischer Taxa“. 2. Teil. Ministerium für Landwirtschaft und Naturschutz des Landes Mecklenburg-Vorpommern, Schwerin.
- BROCKHAUS, T.** (2012): Wie kam *Somatochlora alpestris* (SELYS) in die zentraleuropäischen Gebirge? Der Lebensraumwechsel einer stenothermen transpaläarktisch verbreiteten Kaltzeitart am Beispiel des Erzgebirges (Sachsen) (Odonata, Anisoptera, Corduliidae). – Entomologische Nachrichten und Berichte 65: 17-28.
- BRUNZEL, S. & BUSSMANN, M.** (1994): Der Hochmoor-Perlmutterfalter *Boloria aquilonaris* (STICHEL, 1908) (Lep.: Nymphalidae) in den Mooren des Ebbegebirges (Märkischer Kreis, NRW). – Entomol. Nachr. Ber. 39, 73-79
- BURMEISTER, E.-G.** (1990): Die Tierwelt der Moore (speziell der Regenmoore). - in: GÖTTLICH, K. [Hrsg]: Moor- und Torfkunde. - Stuttgart (E. Schweizerbart'sche verlagsbuchhandlung). 29-47.
- DE LATTIN, G.** (1967): Grundriss der Zoogeographie. – Stuttgart (Gustav Fischer Verlag), 602 S.
- DEUTSCHMANN, U.** (1988): Die Lepidopterenfauna des „NSG Gambower Moor“ und seiner Randgebiete. - in: KIESEWETTER, H. & LABES, R. [Hrsg.]: Das Naturschutzgebiet Grambower Moor. Schwerin (Eigenverlag), 54 S.
- DEUTSCHMANN, U.** (1999): Die Lepidopterenfauna des „NSG Gambower Moor“ und seiner Randgebiete in Nordwestmecklenburg. – Virgo 3, 59-81
- GELBRECHT, J.** (1988): Zur Schmetterlingsfauna von Hochmooren der DDR. – Entomol. Nachr. Ber. 32, 49-56
- GELBRECHT, J., KALLIES, A., GERSTBERGER, M., DOMMAIN, R., GÖRTZ, U., HOPPE, H., RICHERT, A., ROSENBAUER, F., SCHNEIDER, A., SOBCZYK, T. & WEIDLICH, M.** (2003): Die aktuelle Verbreitung der Schmetterlinge der nährstoffarmen und sauren Moore des norddeutschen Tieflandes (Lepidoptera). – Märkische Ent. Nachr. 5, 1-68.
- GERSTBERGER, M.** (2014): Tyrphobionte Schmetterlingsarten oligotroph-saurer Zwischenmoore in Brandenburg. – <http://www.orion-berlin.de/schmetter/moor.htm>
- GRÄWE, D., THIELE, V. & ROWINSKY, V.** (2004): Zur Charakterisierung und ökologischen Bewertung des Tessiner Moores bei Karft und Möglichkeiten seiner Sanierung. – TELMA 34, 185-195
- HOLDHAUS, K.** (1912): Kritisches Verzeichnis der borealpinen Tierformen (Glazialrelikte) der mittel- und südeuropäischen Hochgebirge. Annalen des Naturhistorischen Museums in Wien 26, S. 399–440
- KAHLKE, H. D.** (1981): Das Eiszeitalter. – Leipzig, Jena, Berlin (Urania-Verlag), 192 S.
- KUKAL, O & DAWSON, T. E.** (1989): Temperature and food quality influences feeding behavior assimilation efficiency and growth rate of the arctic woody-bear caterpillars. - Oecologia 79: 526-532.
- KUKAL, O, HEINRICH, B. & DUMAN, J.G.** (1988): Behavioural thermoregulation in the freeze-tolerant arctic caterpillar, *Gynaephora groenlandica*. Journal Experimental Biology 138: 181-193
- LANG, G.** (1994): Quartäre Vegetationsgeschichte Europas. Methoden und Ergebnisse. – Gustav Fischer Jena, Stuttgart, New York, 462 S.
- LAYBERRY, R. A., HALL, P.W. & LAFONTAINE, J.D.** (2001): The Butterflies of Canada. – Toronto, Buffalo, London (University of Toronto Press Inc.), 279 S.

- LOWE, J.J. & M.J.C. WALKER** (1997): Reconstructing Quaternary Environments. – Second Edition, Prentice Hall Harlow, England, 472 S.
- MALICKY, H.** (1990): Spuren der Eiszeit in der Trichopterenfauna Europas. – *Revista di Idrobiologia* 27: 247-297.
- PEUS, F.** (1932): Die Tierwelt der Moore unter besonderer Berücksichtigung der europäischen Regenmoore. Handbuch der Moorkunde, 3. Band, Berlin (Borntraeger), 277 S.
- RABELER, W.** (1930): Die Fauna des Göldeitzer Regenmoores in Mecklenburg (Mollusca, Isopoda, Arachnoidea, Myriapoda, Insecta). – *Z. f. Morphol. u. Ökol. d. Tiere* 21: 172-315
- SCOTT, J. A.** (1986): The Butterflies of North America. A Natural History and Field Guide. – Stanford, California (Stanford University Press), 583 S.
- SUCCOW, M & JESCHKE, L.** (1986): Moore in der Landschaft: Entstehung, Haushalt, Lebewelt, Verbreitung, Nutzung. – 268 S.; Leipzig, Jena, Berlin (Urania Verlag).
- SUCCOW, M. & JOOSTEN, H.** (2001): Landschaftsökologische Moorkunde. – Stuttgart (E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung), 622 S.
- THIELE, V.** (2013): Zur Kenntnis der Schmetterlinge Grönlands und ihrer Biologie. – *Virgo* 16 (1), 9-15)
- THIELE, V., PRECKER, A., BERLIN, A. & BLUMRICH, B.** (2011): Biozönotische Analyse des „Teufelsmoores bei Gresenhorst“ (Mecklenburg-Vorpommern) mittels der Lepidopteren und aquatischer Insekten. – *TELMA* 41: 101-124.
- THIELE, V. & BERLIN, A.** (2007): Lepidopteren- und Trichopterenbiozönosen in einem Moorkomplex bei Karhujärvi (Nordostfinland). – *TELMA* 37, 117-132
- THIELE, V.** (2005): Vergesellschaftungen tagfliegender Schmetterlinge in ausgewählten Typen von Fließgewässertälern des östlichen subarktischen Fennoskandiaviens (Lepidoptera: Rhopalocera und Geometridae). – *NEVA* 26 (4), 161-168.
- THIELE, V.** (2006): Biozönosen tagfliegender Lepidopteren im Moorkomplex des Riisitunturi-Nationalparkes (Nordost-Finnland). – *TELMA* 36, 155-168
- THIELE, V. & THIELE, M.** (2011): Beitrag zur Kenntnis der Schmetterlingsfauna Neufundlands (Provinz Neufundland und Labrador, Nordamerika). – *VIRGO* 14, 42-54
- THIELE, V. & BERLIN, A.** (1999): Regenmoorbewertung im Grambow Moor – ein neues bioindikatives Verfahren wird entwickelt. – in: Renaturierung des Grambow Moores. Förderverein Grambow Moor e.V. [Hrsg.], 38-45
- THIELE, V., BERLIN, A., BLUMRICH, B. & HÖHLEIN, V.** (2004): Lepidopteren- und Trichopterenzoozönosen des Naturschutzgebietes „Rugen-seemoor“ (Mecklenburg-Vorpommern) und ihre Bedeutung als typspezifisches Leitbild. – *TELMA* 34 (2004), 155-171
- THIELE, V. & BERLIN, A.** (2002): Zur ökologischen Bewertung des Naturschutzgebietes „Großes Moor bei Darze“ (Mecklenburg-Vorpommern) mittels eines neu entwickelten Verfahrens auf Basis zoologischer Taxa. – *TELMA* 32, 141-159
- THIELE, V., BERLIN, A., BLUMRICH, B., BRINGMANN, H.-D., GOTTSCHALK, H.-J., BECKMANN, H., EITNER, M. & WOLF, F.** (2014): Zur Kenntnis ausgewählter Gruppen der Insekten im Kesselmoor des Naturschutzgebietes „Schlichtes Moor“ (Mecklenburg-Vorpommern). – *TELMA* (eingereicht).
- WEIDLICH, M.** (1992): Der Kenntnisstand über die Verbreitung von *Herminia humidalis* (DOUBLEDAY, 1850) (= *Schrankia turfosalis* WOCKE, 1850) in den ostdeutschen Ländern (Lepidoptera, Noctuidae). – *Entomol. Nachr. Ber.* 36, 29-36
- WIKIPEDIA** (2006): <http://de.wikipedia.org/wiki/Regenmoor>
- WOLFF, N. L.** (1964): The Lepidoptera of Greenland. The Danish Zoogeographical Investigations in Greenland. – København (C. A. Reitzels Forlag): 73 pp.

Anschrift des Verfassers

Dr. Volker Thiele, biota-Institut für ökologische Forschung und Planung GmbH, Nebelring 15, 18246 Bützow
volker.thiele@institut-biota.de