

## Eine Zusammenführung von Boden- und Satellitenbeobachtungen am Beispiel von *Adela cuprella* (DENIS & SCHIFFERMÜLLER, 1775)

(Lepidoptera)

Ralf MEERKÖTTER & Wieke HELDENS

### Abstract

Surface temperature measurements based on the TIRS instrument onboard the Landsat-8 satellite make it possible to detect small-scale changes in the local climate. By combining these satellite data with measurements and observations at the surface the different flight times of the microlepidoptera species *Adela cuprella* at two locations in the south of Munich are explained.

### Einleitung

Die folgende Untersuchung ist ein Beispiel für die Nutzung von Satellitendaten in der Analyse entomologischer Beobachtungen. Es wird gezeigt, wie eine aus Satellitendaten abgeleitete und mit dem Lokalklima verknüpfte Größe, die Oberflächentemperatur ( $T_s$ ), zu den Flugzeiten der Kleinschmetterlingsart *Adela cuprella* (DENIS & SCHIFFERMÜLLER, 1775) in Beziehung steht. Motivation für die Untersuchung waren Funde an zwei Orten südlich von München, die etwa 10 km voneinander entfernt liegen und an denen *A. cuprella* im Jahr 2020 durch unterschiedliche Flugzeiten auffiel. Von vornherein war aber klar, dass eine Interpretation dieser Beobachtungen mit Hilfe von meteorologischen Bodenmessdaten allein, z.B. des Deutschen Wetterdienstes (DWD), nicht gelingen kann. Die Fundortdistanz liegt in einer räumlichen Skala unterhalb der Maschenweite des operationellen DWD-Messnetzes von etwa 100 – 150 km. Es waren also Daten erforderlich, mit denen das Lokalklima flächendeckend erfasst und für beliebige, nur kilometerweit entfernte Orte beschrieben werden kann. Diese Beobachtungslücke füllt der Erderkundungssatellit Landsat-8, welcher ein Instrument trägt mit dem die Erdoberfläche in einer Auflösung von nur 100 m abgetastet wird.



**Abb. 1:** *Adela cuprella* aus dem Grünwalder Forst südlich von München. Links: ein ♂ vom 21.04.2020, rechts: ein ♀ vom 19.04.2020 (leg., fot. & det. R. MEERKÖTTER, conf. A. SEGERER).

*Adela cuprella* ist ein kupfrig glänzender Langhornfalter aus der Familie *Adelidae* (**Abb. 1**). Die Falter fliegen relativ früh im Jahr, in Bayern zum Beispiel je nach Witterung und Region von etwa Ende März bis Anfang Mai. Die ♂♂ fallen auf, wenn sie in Anzahl über den obersten Zweigen blühender Weiden schwärmen. Die Eier werden an Weidenkätzchen abgelegt, während die Raupen anschließend in der Bodenstreu unterhalb des Weidenbusches leben und sich dort von trockenen Blättern ernähren. In Bayern

konnte *A. cuprella* bisher in allen naturräumlichen Haupteinheiten nachgewiesen werden (HASLBERGER & SEGERER 2016), wird aber nur lokal gefunden. In Oberbayern konzentrieren sich die rezenten Funde auf ein Gebiet am Ende der Garmischer Autobahn zwischen Ohlstadt und Farchant im Alpenvorland (AVA) und im Naturraum Tertiär-Hügelland und voralpine Schotterplatten (TS) auf zwei Stellen südlich von München sowie auf Fundorte in der Nähe von Dingolfing und westlich von Landshut (SCHMETTERLINGE DEUTSCHLANDS 2020).

Dass *A. cuprella* im Mittelpunkt der Untersuchung steht, ist eher dem Zufall zu verdanken, denn die Falter und ihre unterschiedlichen Flugzeiten fielen dem Erstautor während der Suche nach anderen Zielarten auf. Die Methode, welche sich aus genannten Gründen auf Satellitendaten stützt, ist aber prinzipiell auf jede Schmetterlingsart anwendbar.

### Fundorte

Ein Fundort von *A. cuprella* befindet sich am westlichen Ende des Landschaftsparks Hachinger Tal (LHT), dem ehemaligen Fliegerhorst Neubiberg (**Abb. 2**). Die Falter wurden hier im Jahr 2019 und im Jahr 2020 (**Tab. 1**) an einer Korbweide (*Salix viminalis*) beobachtet. Der Weidenbusch steht auf einem flachen Kiesschotterhügel, welcher mit krautiger Vegetation, teilweise sehr lückenhaft, bedeckt ist. Den Hügel umschließen asphaltierte Bereiche, so dass sich an sonnigen Tagen in diesem Areal die bodennahen Luftschichten erheblich aufheizen können. Die potentiell lange Sonnenscheindauer auf dem freien Gelände begünstigt derartige Erwärmungsprozesse. Ein räumlich erweiterter Blick auf die Region zeigt, dass um den Fundort herum in einem Gebiet mit 1.5 km Radius kein Wald existiert. Etwa 75 % der Fläche werden durch die Bebauungen der Gemeinde Unterhaching und des Gemeindeteils Unterbiberg gefüllt. Die restlichen 25 % bestehen zu etwa gleichen Flächenanteilen aus dem Gelände des ehemaligen Fliegerhorstes selbst sowie aus landwirtschaftlich genutzten Flächen an dessen südöstlichem Rand. Insbesondere die Oberflächenbeschaffenheit direkt am Fundort, aber in Teilen auch die Siedlungsdichte in der erweiterten Umgebung bilden die Voraussetzungen für ein wärmeres Lokalklima (KUTTLER 2004).

Der zweite Fundort von *A. cuprella* liegt im Grünwalder Forst (GWF) (**Abb. 2**). Hier wurde *A. cuprella* im Jahr 2020 an den Blüten der Grauweide (*Salix cinerea*) beobachtet (**Tab. 1**). Die Weiden stehen auf einer etwa 60 m breiten Schneise, die durch den Wald entlang einer Hochspannungsleitung verläuft. In der Fläche mit 1.5 km Radius um diesen Fundort befinden sich mindestens 75 % Waldanteil. Die restlichen Flächenanteile sind die Siedlungsbereiche der Gemeinde Straßlach-Dingharting und etwas Ackerland ganz am südlichen Rand. Es ist bekannt, dass Verdunstungs- und auch Schatteneffekte innerhalb von Waldgebieten zu Temperaturen führen, die im Vergleich zu Wohngebieten je nach Jahreszeit deutlich reduziert sind (z.B. ELLISON et al. 2017). Dieser Fundort ist also dem kühleren Waldklima zuzuordnen.

### Beobachtungen am Boden

Beobachtungen von *A. cuprella* an den Fundorten bei München und im Alpenvorland aus mehreren Jahren sind in **Tab. 1** zusammengefasst. Nach diesen Notizen erstreckt sich der Flugzeitraum von *A. cuprella* vom 28. März bis zum 06. Mai. An allen in **Tab. 1** aufgeführten Tagen flogen die Tiere an blühenden *Salix*-Büschen.

**Tab. 1:** Beobachtungen von *A. cuprella* an zwei Fundorten bei München und an vier Fundorten im Alpenvorland.

Beobachter	Fundort	Höhe in m ü. NHN	Datum
GUGGEMOOS	Ohlstadt	657	23.04.2010
GUGGEMOOS	Ohlstadt	657	23.04.2010
GUGGEMOOS	Ohlstadt	657	24.04.2010
GUGGEMOOS	Eschenlohe	635	27.04.2012
GUGGEMOOS	Oberau	653	11.04.2014
GUGGEMOOS	Farchant	668	11.04.2014
GUGGEMOOS	Farchant	668	11.04.2014

GUGGEMOOS	Eschenlohe	635	06.05.2017
GUGGEMOOS	Eschenlohe	635	06.05.2017
MEERKÖTTER	Landschaftspark Hachinger Tal (LHT)	552	30.03.2019
MEERKÖTTER	Landschaftspark Hachinger Tal (LHT)	552	28.03.2020
MEERKÖTTER	Grünwalder Forst (GWF)	614	19.04.2020
MEERKÖTTER	Grünwalder Forst (GWF)	614	20.04.2020
MEERKÖTTER	Grünwalder Forst (GWF)	614	21.04.2020
MEERKÖTTER	Grünwalder Forst (GWF)	614	25.04.2020
GUGGEMOOS	Ohlstadt	657	25.04.2020

Auf dem Gelände LHT wurde *A. cuprella* zum ersten Mal am 30.03.2019 beobachtet. 4 Falter flogen in der Mittagszeit an *S. viminalis* (weibliche Blüte) und zwar an nur einem Busch. An anderen Weiden in der näheren Umgebung, darunter auch *Salix caprea*, flog *A. cuprella* nicht. Am Tag danach und an weiteren Tagen ebenfalls nicht. Im Jahr 2020 blühte *S. viminalis* hier bereits am 20.03., für *A. cuprella* schien es jedoch noch keinen Schlupfimpuls gegeben zu haben. Als der Fundort am 28.03. erneut aufgesucht wurde, waren Teile der Blüten bereits verwelkt, möglicherweise eine Folge der Nachtfröste an den vorherigen Tagen (**Abb. 5**). Lediglich ein Falter wurde gegen Mittag bei sonnigem Wetter aber kühlen 14 °C gesichtet. Einen Tag später war die Art nicht mehr aktiv.

Am Fundort GWF flog *A. cuprella* an mehreren Büschen von *S. cinerea*. Im Beobachtungszeitraum vom 19.04. bis zum 25.04. stand diese Weidenart in voller Blüte, es waren keine verwelkten Anteile zu erkennen. Der erste am 19.04. gekescherte Falter erwies sich als ein ♀ (**Abb. 1**), welches Zweige eines kleineren Busches umflog. Danach wurden nur noch ♂♂ identifiziert. Auffällig ist das Flugverhalten von *A. cuprella*. Über den obersten Zweigen der *Salix*-Büsche formieren sich in Abständen von Minuten immer wieder Schwärme mit 5 bis 15 Individuen, nach einer gewissen Zeit lassen sich die Falter nieder und dann wieder synchron aufzusteigen. Die Aktivität hielt bis in den späten Nachmittag hinein an. Der Fang des einen oder anderen in 4 – 5 m Höhe fliegenden Falters gelang nur mit der 220 cm Teleskopstange.

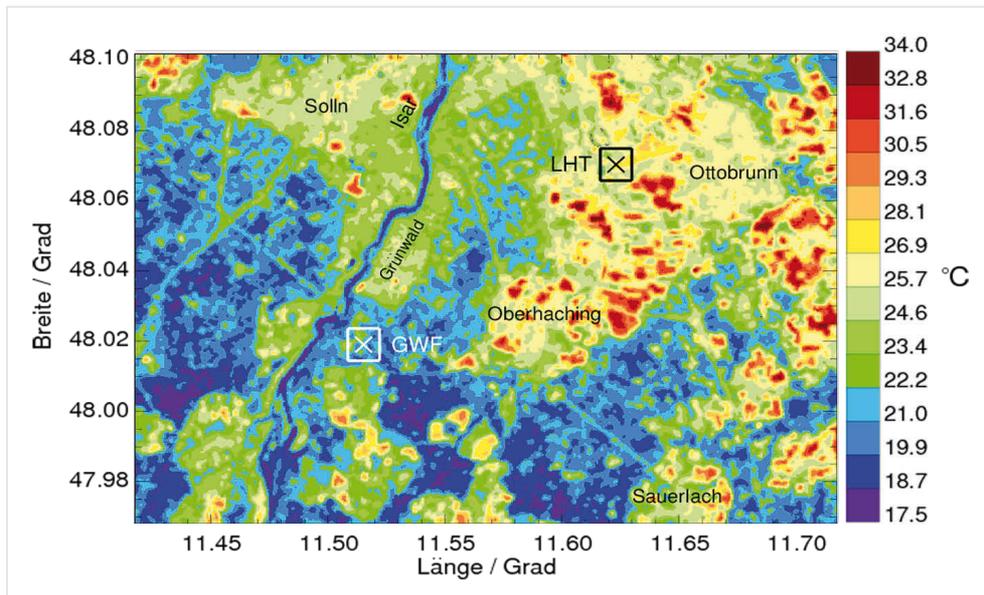
### Satellitendaten

In dieser Untersuchung werden aus Satellitenmessungen abgeleitete Oberflächentemperaturen ( $T_s$ ) verwendet.  $T_s$  ist einer der wichtigsten Parameter der physikalischen Prozesse in der Bodenenergie- und Feuchtebilanz, sowohl auf der lokalen wie auch auf der globalen Skala. An der Grenzschicht zwischen Boden und Atmosphäre steuert diese Größe den Austausch der Flüsse thermischer Infrarotstrahlung (Wellenlängenbereich 4 – 100  $\mu\text{m}$ ) sowie der latenten und sensiblen Wärme (SUN and PINKER 2003). Mit dem latenten Wärmefluss sind Prozesse wie Verdunstung und Kondensation verknüpft, mit dem sensiblen Wärmefluss die Konvektion (Thermik). Die aus Satellitendaten abgeleitete räumliche und zeitliche Verteilung von  $T_s$  wird in der Atmosphärenforschung zur Charakterisierung des Lokalklimas verwendet, weicht in der Regel jedoch von der in 2 m Höhe gemessenen Lufttemperatur ab.

Im Folgenden werden  $T_s$ -Werte dargestellt, welche aus den Daten des Thermal Infrared Sensor (TIRS) auf dem Satelliten Landsat-8 abgeleitet sind. Die Landsat-Satelliten sind eine Serie von zivilen polar-umlaufenden Erdbeobachtungssatelliten der NASA zur Fernerkundung der kontinentalen Erdoberfläche sowie der Küstenregionen. Landsat-8 überfliegt Bayern um etwa 12:00 MESZ. Das zur Bestimmung von  $T_s$  entwickelte Verfahren beschreiben PARASTATIDIS et al. (2017). Es stützt sich auf Strahlungsmessungen im Spektralbereich 10.6 – 12.5  $\mu\text{m}$  im thermalen Infrarot. In diesem Spektralbereich ist die Atmosphäre für die vom Boden emittierte Strahlung nahezu transparent, so dass die am Satelliten gemessene Strahldichte in  $\text{W}/\text{m}^2/\text{sr}$  ( $\text{sr}$  = Raumwinkeleinheit) direkt in eine Oberflächentemperatur invertiert werden kann. Dabei wird die geringe Eigenemission des Wasserdampfes in der Atmosphäre bei diesen Wellenlängen durch ein Korrekturverfahren berücksichtigt (JIMENEZ-MUNOZ et al. 2014). Wichtig ist zudem die Berücksichtigung des Emissionsvermögens der aktuell betrachteten Landoberfläche. Hierzu wird auf globale Datenbanken dieser Größe zurückgegriffen, welche ebenfalls mit Hilfe von Satellitenmessungen erstellt wurden (z.B. HULLEY et al. 2015). Die Größe eines Bildpunktes des TIRS-Instrumentes beträgt am Erdboden  $100 \times 100 \text{ m}^2$ . Aufgrund der Orbitbedingten Wiederkehrzeit des Satelliten und der Notwendigkeit einer wolkenlosen Atmosphäre zur

Bestimmung von  $T_s$  liegen die Daten für ausgewählte Gebiete immer nur für wenige Tage vor. Doch trifft es sich, dass geeignete Landsat-8 Überflüge im Jahr 2020 sehr gut den Flugzeitraum von *A. cuprella* abdecken. Es sind die Tage 15.03., 07.04. und 23.04.2020.

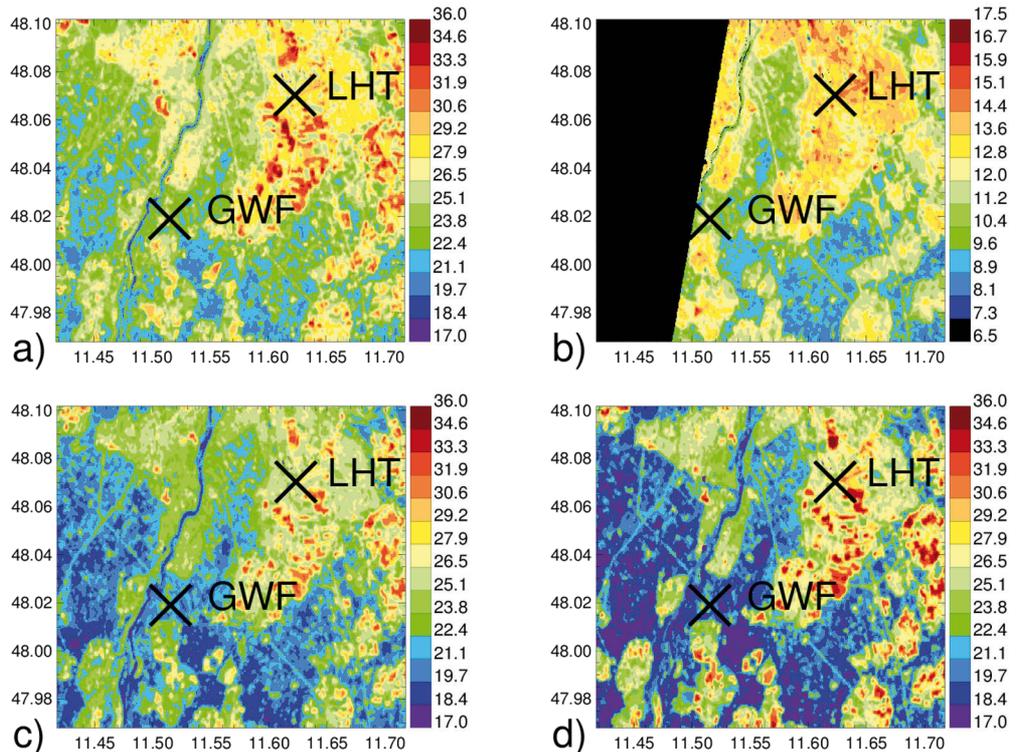
### Ergebnisse und Analysen



**Abb. 2:** Aus Satellitendaten (Landsat-8) abgeleitete Oberflächentemperaturen in einem Gebiet südlich von München am 07.04.2020 (Datenquelle: DLR). Kreuze markieren die Fundorte Landschaftspark Hachinger Tal (LHT) und Grünwalder Forst (GWF). Quadratische Areale um die Fundorte entsprechen einer Fläche von  $1 \times 1 \text{ km}^2$ . Der direkte Abstand zwischen den Fundorten beträgt etwa 10 km.

**Abb. 2** zeigt eine Karte der Oberflächentemperatur  $T_s$  im Gebiet südlich von München am 07.04.2020. Man sieht, wie sich die wärmeren Siedlungsgebiete (Solln, Grünwald, Oberhaching, Ottobrunn) sowie manche Ackerflächen deutlich von den kühleren Waldregionen (Forstenrieder Park, Perlacher Forst, Grünwalder Forst, Deisenhofener Forst) abheben. Einen starken Temperaturkontrast zeigt der Verlauf der kalten Isar. Erkennbar ist auch die Bahnstrecke München-Holzkirchen, welche die Grenze zwischen dem Perlacher und dem Grünwalder Forst bildet. Südöstlich von Oberhaching führen die Gleise weiter durch den Deisenhofener Forst. Auffällig sind die unterschiedlichen Werte von  $T_s$  an den Fundorten LHT und GWF. **Abb. 2** stellt ein Einzelbeispiel dar. Generell sind die Temperaturdifferenzen zwischen Siedlungsgebieten und Wäldern sicher abhängig von der Tageszeit, insbesondere vom Sonnenstand und den atmosphärischen Bedingungen (Wolkenbedeckung, Feuchte, Wind etc.) und werden auch mit dem Tag im Jahr variieren. Doch darf man davon ausgehen, dass die relative Verteilung der Oberflächentemperaturen im Raum München an anderen Tagen und auch zu anderen Jahreszeiten ähnlich aussehen wird, da, wie bereits erwähnt, Waldregionen in der Regel ein kühleres Lokalklima aufweisen. Beispiele dafür gibt **Abb. 3**, welche  $T_s$ -Verteilungen für den 21.04.2019, 15.03.2020, 07.04.2020 und den 23.04.2020 zeigt. **Abb. 4** präsentiert die entsprechenden Absolut- und Differenzwerte von  $T_s$  für die Fundorte LHT und GWF. Die Differenzen wurden aus Flächenmittelwerten für quadratische Areale um die Fundorte mit  $0.5 \times 0.5 \text{ km}^2$  bzw.  $1 \times 1 \text{ km}^2$  berechnet, d.h. entsprechend  $\Delta T_s = \langle T_s(\text{LHT}) \rangle - \langle T_s(\text{GWF}) \rangle$ . Alle vier Tage liefern positive Werte für  $\Delta T_s$ .

Anhand der **Abb. 2** und **3** wird deutlich, wie inhomogen sich das Lokalklima im Raum München verteilt. Die Beobachtungen von *A. cuprella* sind zwar limitiert, doch ist es mit ihrer Hilfe möglich zu zeigen, dass die unterschiedlichen Flugzeiten an den Fundorten LHT und GWF auf einen Lokalklima-effekt zurückzuführen sind.



**Abb. 3:** Oberflächentemperaturen in °C wie in **Abb. 2**, aber für **a)** 21.04.2019, **b)** 15.03.2020, **c)** 07.04.2020 und **d)** 23.04.2020. An allen Tagen ist die zwischen den Siedlungsgebieten eingebettete Kaltluftschneise im Bereich des Grünwalder und Perlacher Forstes östlich der Isar erkennbar. In **b)** ist der Wertebereich der Farbskala verändert, schwarze Bereiche kennzeichnen Datenlücken.

In diesem Zusammenhang seien einige Erkenntnisse zur Lebensweise von *A. cuprella* zitiert, welche Rudolf BRYNER (2020) dem Erstautor freundlicherweise mitteilte. BRYNER beobachtet seit neun Jahren regelmäßig eine individuenstarke Population von *A. cuprella* in der Mittelschweiz. Die folgenden Punkte sind in der weiteren Betrachtung von Relevanz:

1. Die Flugzeit von *A. cuprella* beginnt mit der Hauptblütezeit von *S. cinerea*, die ♂♂ schwirren über den blühenden Büschen.
2. Viele *Adelidae* Arten folgen einer synchronen Schlupfzeit (Schlupf an einem Tag), bei *A. cuprella* scheint die Schlupfzeit stark synchronisiert zu sein.
3. Nach dem Schlupfdatum beträgt die kurze Flugzeit eine, maximal zwei Wochen.
4. Die Witterung kann die Lebensdauer der Falter stark verkürzen.
5. Beobachtungen anderer *Adelidae* Arten deuten darauf hin, dass die ♂♂ nur wenige Tage, maximal eine Woche leben. Die ♀♀ scheinen gegenüber ungünstigen Wetterbedingungen resistenter zu sein.
6. In Nachbarschaft stehende Büsche von *S. viminalis* und *S. cinerea* zeigen keine unterschiedlichen Blütezeiten.

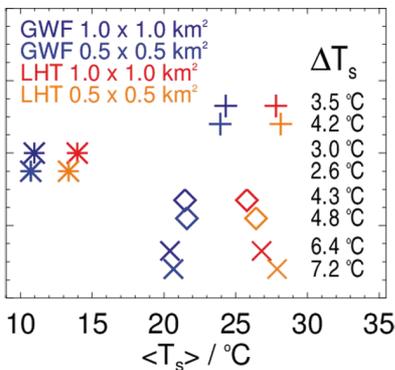
Im Jahr 2020 fiel die Hauptblütezeit von *S. viminalis* am Fundort LHT bereits in die 2. und 3. Märzdekade. Da *A. cuprella* am 20.03. noch nicht flog und nach dem 28.03. keine Falter mehr beobachtet wurden, ist zu vermuten, dass der Schlupftag im Zeitraum zwischen dem 21.03. und dem 28.03. lag (Punkte 1. und 2.). Wegen der kurzzeitig höheren Tagestemperaturen, wie sie vom DWD am Flughafen München am 27.03. und am 28.03. gemessen wurden (**Abb. 5**), wird der Schlupf wohl an einem dieser beiden Tage stattgefunden haben. Unter der Annahme des synchronen Schlupfes an einem Tag (Punkt 2.) sowie einer Flugzeit von maximal 2 Wochen (Punkt 3.) wäre selbst unter günstigen Wetterbedingungen die Flugzeit

um den 11.04. herum zu Ende gewesen. **Abb. 5** zeigt nun, dass nach dem 28.03. ein massiver Temperatursturz erfolgte. Damit wurde die tatsächliche Flugzeit von *A. cuprella* wahrscheinlich abrupt beendet (Punkt 4.). Ergänzend sei noch einmal darauf hingewiesen, dass die vom DWD am Flughafen gemessenen Lufttemperaturen mit Temperaturverläufen im Süden von München hoch korreliert sind (MEERKÖTTER 2019).

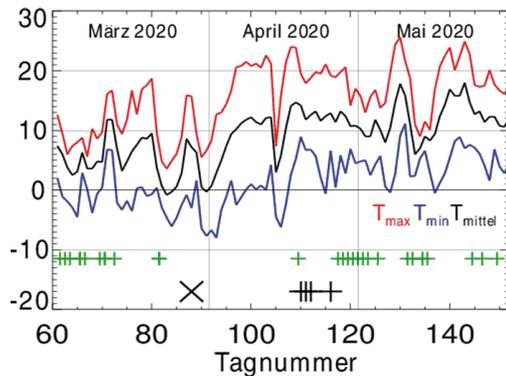
Am Fundort GWF standen die Büsche von *S. cinerea* im Zeitraum der Beobachtungen vom 19.04. bis zum 25.04.2020 (**Tab. 1**) in voller Blüte, also mindestens 3 Wochen später als *S. viminalis* am Fundort LHT. Nach **Abb. 5** ist zu vermuten, dass der Schlupf erst nach dem Temperatureinbruch vom 14.04. bis zum 16.04., welcher mit Nachfrösten bis  $-6\text{ }^{\circ}\text{C}$  einherging, erfolgte. Dazu passt, dass die männlichen Belegexemplare vom 19.04. kaum abgefliegen sind.

Rudolf BRYNER (2020) beobachtet keine Unterschiede im Blühbeginn von *S. viminalis* und *S. cinerea*, obwohl die Büsche in unmittelbarer Nachbarschaft stehen (Punkt 6.). Tendenziell scheint *S. viminalis* sogar eher etwas später zu blühen. Ein artspezifisch unterschiedlicher Blühbeginn der betrachteten Weidenarten ist danach als Ursache für die unterschiedlichen Flugzeiten von *A. cuprella* an den Fundorten wohl auszuschließen. Schließlich sei noch erwähnt, dass der Höhenunterschied zwischen LHT und GWF nur 62 m beträgt, was einer mittleren Temperaturdifferenz von etwa  $0.4\text{ }^{\circ}\text{C}$  auf 10 km Distanz entspricht. Nur allein das Vorhandensein eines Waldes führt schon zur Ausbildung eines signifikant höheren Temperaturgradienten zwischen den Fundorten.

So lässt sich resümieren: Satellitendaten der Oberflächentemperatur heben die unterschiedlichen Lokalklimata an den Fundorten klar hervor. Diese Unterschiede bewirken im Jahr 2020 eine um Wochen auseinanderliegende Hauptblüte der Weiden. Entsprechend differieren auch die Schlupf- und Flugtage



**Abb. 4:** Werte flächengemittelter Oberflächentemperaturen  $\langle T_s \rangle$  an den Fundorten (farbig) und deren Differenzen  $\Delta T_s$  (schwarz) für den 21.04.2019 (+), 15.03.2020 (\*), 07.04.2020 ( $\diamond$ ) und 23.04.2020 ( $\times$ ).



**Abb. 5:** Gemessene Tagesmittel-, Maximum- und Minimumtemperaturen am Flughafen MUC in 2 m Höhe (Quelle: DWD). Grüne Kreuze markieren Tage mit Niederschlag, schwarze Symbole Beobachtungstage von *A. cuprella* an den Fundorten LHT ( $\times$ ) und GWF (+).

von *A. cuprella*. Es ist allerdings davon auszugehen, dass die Differenzen der Oberflächentemperaturen Jahr-zu-Jahr Schwankungen aufweisen. Entsprechend werden auch die zeitlichen Abstände der Weidenblüte und die der Flugzeiten von *A. cuprella* variieren. Innerhalb eines Jahres wird die reale Flugzeit der Falter durch die Überlagerung des aktuellen Wetters beeinflusst.

### Abschließende Bemerkungen

Es entspricht der Erfahrung, dass Witterung und Lokalklima neben anderen Größen Einfluss auf die Flugzeiten der Schmetterlinge nehmen. Dies dokumentieren zum Beispiel Fundmeldungen einer Art aus unterschiedlichen Höhenlagen, aus verschiedenen geografischen Breiten oder auf kleinräumigerer Skala aus Habitaten innerhalb und außerhalb städtischer Wärmeinseln. Mit dieser Untersuchung sei insbesondere auf das Potenzial flächendeckender und gleichzeitig räumlich hochauflösender Satellitendaten in der Analyse entomologischer Beobachtungen hingewiesen. Denkbar wären auch Anwendungen prognostischer Art auf der Basis satellitengestützter Fernerkundungsdaten.

### Zusammenfassung

Messungen der Oberflächentemperatur mit dem Instrument TIRS auf dem Erdkundungssatelliten Landsat-8 erlauben kleinräumige Änderungen des Lokalklimas zu erkennen. Durch eine Zusammenführung dieser Satellitendaten mit Bodenmessdaten und Bodenbeobachtungen werden die unterschiedlichen Flugzeiten der Kleinschmetterlingsart *Adela cuprella* an zwei Orten im Süden von München erklärt.

### Dank

Thomas GUGGEMOOS sei herzlich gedankt für die Bereitstellung seiner detaillierten Daten zu Funden von *A. cuprella* im Alpenvorland. Ein besonderer Dank gilt auch Rudolf BRYNER (Schweiz, Biel/Bienne) für seine hinsichtlich der Lebens- und Fluggewohnheiten von *A. cuprella* entscheidenden Hinweise sowie Dr. Andreas SEGERER für seine Assistenz in Bestimmungsfragen. Rudolf HALLER machte auf die zahlreichen Weidenarten und deren Hybridformen aufmerksam. Dies war wertvoll bei der Bestimmung der *Salix*-Arten, an denen *A. cuprella* beobachtet wurde.

### Literatur

- ELLISON, D., MORRIS, C. E., LOCATELLI, B., SHEIL, D., COHEN, J., MURDIYARSO, D., GUTIERREZ, V., VAN NOORDWIJK, M., CREED, I. F., POKORNY, J., GAVEAU, D., SPRACKLEN, D. V., TOBELLA, A. B., ILSTEDT, U., TEULING, A. J., GEBREHIVOT, S. G., SANDS, D. C., MUYS, B., VERBIST, B., SPRINGGAY, E., SUGANDI, Y. & C. A. SULLIVAN 2017: Trees, forests and water: Cool insights for a hot world. – *Global Environmental Change* **43**, 51-61; doi:10.1016/j.gloenvcha.2017.01.002.
- HASLBERGER, A. & A. H. SEGERER 2016: Systematische, revidierte und kommentierte Checkliste der Schmetterlinge Bayerns (Insecta: Lepidoptera). – *Mitteilungen der Münchner Entomologischen Gesellschaft*, **106 Supplement**, 336 S.
- HULLEY, G. C., HOOK, S. J., ABBOTT, E., MALAKAR, N., ISLAM, T. & M. ABRAMS 2015: The ASTER Global Emissivity Dataset (ASTER GED): Mapping Earth's emissivity at 100 meter spatial scale. – *Geophysical Research Letters* **42** (19), 7966-7976. doi:10.1002/2015GL065564.
- JIMENEZ-MUNOZ, J. C., SOBRINO, J. A., SKOKOVIC, D., MATTAR, C. & J. CRISTOBAL 2014: Land surface temperature retrieval methods from Landsat-8 thermal infrared sensor data. – *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters* **11**(10), 1840-1843. DOI: 10.1109/LGRS.2014.2312032.
- KUTTLER, W. 2004: Stadtklima, Teil 1: Grundzüge und Ursachen. In: *Umweltwissenschaften und Schadstoffforschung – Zeitschrift für Umweltchemie und Ökotoxikologie* **16**(3), 187–199. pdf verfügbar unter: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1065%2Fuwsf2004.03.078.pdf>.
- MEERKÖTTER, R. 2019: Das warme Frühjahr 2018 und der Flugzeitbeginn von Glasflüglern in München. – *Nachrichtenblatt der bayerischen Entomologen* **68** (1/2), 36-41.
- PARASTATIDIS, D., MITRAKA, Z., CHRYSOULAKIS, N. and ABRAMS, M. 2017: Online Global Land Surface Temperature Estimation from Landsat. – *Remote Sensing* **9** (12), 1208; doi:10.3390/rs9121208.
- SCHMETTERLINGE DEUTSCHLANDS 2020: <https://www.schmetterlinge-d.de/Lepi/EvidenceMap.aspx?Id=432335>, - abgerufen am 0.06.2020.
- SUN, D. & R. T. PINKER 2003: Estimation of land surface temperature from a Geostationary Operational Environmental Satellite (GOES-8). – *Journal of Geophysical Research* **108**, No. D11, 4326; doi:10.1029/2002JD002422.

### Anschriften der Verfasser:

Dr. Ralf MEERKÖTTER  
Münchner-Kindl-Weg 38  
81547 München  
E-Mail: cumulus58@hotmail.de

Dr. Wieke HELDENS  
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V., DLR  
Deutsches Fernerkundungsdatenzentrum, Oberpfaffenhofen  
82234 Weßling, E-Mail: wieke.heldens@dlr.de

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Nachrichtenblatt der Bayerischen Entomologen](#)

Jahr/Year: 2020

Band/Volume: [069](#)

Autor(en)/Author(s): Meerkötter Ralf, Heldens Wieke

Artikel/Article: [Eine Zusammenführung von Boden- und Satellitenbeobachtungen am Beispiel von \*Adela cuprella\* \(DENIS & SCHIFFERMÜLLER, 1775\) \(Lepidoptera\) 68-74](#)