

**Zeitschrift:** Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse

**Herausgeber:** Schweizerischer Forstverein

**Band:** 173 (2022)

**Heft:** 2

**Artikel:** Einflüsse der Waldstandorttypen auf Waldameisen (*Formica s. stricto*) im östlichen Jura

**Autor:** Klein, Andres / Glanzmann, Isabelle / Klein, Julian

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1097197>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 02.05.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Einflüsse der Waldstandorttypen auf Waldameisen (*Formica s. stricto*) im östlichen Jura

Andres Klein\*, Isabelle Glanzmann<sup>1</sup>, Julian Klein<sup>2</sup>

<sup>1</sup>nateco AG, Gelterkinden (CH)

<sup>2</sup>Schwedische Landwirtschaftsuniversität Uppsala (S)

## Abstract

In der Schweiz werden sechs Arten zur Gruppe der Waldameisen (*Formica rufa*-Gruppe) zusammengefasst. In welchen Höhenlagen sie sich bevorzugt ansiedeln, ist allgemein bekannt. Das Wissen über ihre kleinräumige Verbreitung und deren Abhängigkeit von den Bodenverhältnissen und der Vegetation ist jedoch noch sehr lückenhaft. Da sich ein grosser Teil eines Waldameisennests unter der Erdoberfläche befindet, liegt die Vermutung nahe, dass die Bodeneigenschaften einen entscheidenden Einfluss auf das Vorkommen haben. Im Kanton Basel-Landschaft verfügen wir dank einer grossangelegten Kartierung im Wald fast flächendeckend über Daten zu den Waldameisenvorkommen. Eine ähnliche Datengrundlage zu den Bodenverhältnissen ist leider nicht vorhanden. Hingegen verfügen wir für viele Gebiete der Schweiz über detaillierte Standortkarten der natürlichen Waldgesellschaften. Diese ermöglichen es, Aussagen zu den lokalen Boden- und Klimaverhältnissen zu machen. Um Zusammenhänge zwischen den Waldstandorten und dem Ameisenvorkommen zu erkennen und somit Hinweise zum Einfluss der Bodenverhältnisse auf die Waldameisenvorkommen zu erhalten, wurden die beiden Datenbanken miteinander verknüpft. Die vorliegende Untersuchung zeigt, dass die untersuchten Ameisenarten im Kanton Basel-Landschaft mittlere Bodenverhältnisse in Bezug auf Wasserversorgung und Bodenversauerung bevorzugen. Stark nasse, stark trockene oder versauerte Böden begrenzen das Vorkommen hingegen. Darüber hinaus lässt die vorliegende Arbeit Aussagen über die Wahrscheinlichkeit zu, dass ein Nest in einem bestimmten Standorttyp einer bestimmten Art zugehörig ist. Diese Erkenntnisse können zur effizienten Suche nach Waldameisen genutzt werden.

**Keywords:** red wood ant, *formica polycтена*, *formica rufa*, natural forest communities, soil characteristics, Basel-Landschaft, Switzerland

**doi:** 10.3188/szf.2022.0074

\* Zielämpenweg 3, CH-4460 Gelterkinden, E-Mail andres.klein@eblcom.ch

In den Kantonen Basel-Landschaft und Basel-Stadt wurden in den Jahren 2015 bis 2018 die Neststandorte der Waldameisen in rund 90% der Gemeinden systematisch erfasst. Sämtliche Details zu dieser Erfassung wie Artenspektrum, Methodik, Fehlerquotenanalyse und Ergebnisse sind von Glanzmann et al 2019 publiziert worden. Im gleichen Jahr wurden die Resultate einer Habitatsmodellierung zu den Arten *Formica polycтена* und *Formica rufa* publiziert (Perron et al 2019), die auf der oben erwähnten Erfassung der Waldameisenvorkommen basiert. Keine andere Region der Schweiz weist eine so detaillierte, beinahe flächendeckende Erhebung mit einer wissenschaftlichen Auswertung auf. Einen ersten Überblick über die gesamtschweizerische Verbreitung gibt die Arbeit von Vandegehuchte et al (2017), die auf der Grundlage der Daten aus dem Landesforstinventar erstellt wurde.

Die vorgenommene Modellierung von Perron et al (2019) stützte sich hauptsächlich auf messbare

Variablen ab, die in Form von Fernerkundungsdaten, Swisstopo-Daten oder Datensätzen des Amts für Wald digital und flächendeckend für das ganze Untersuchungsgebiet zur Verfügung standen. Daten, die bereits aus Modellierungen stammten oder im Feld durch Fachleute erhoben wurden, wurden aus methodischen Gründen nicht in die Modellierung einbezogen. Bei der Modellierung konnten die Bodeneigenschaften nicht berücksichtigt werden, da im Kanton Basel-Landschaft keine flächendeckende Wald-Bodenkarte existiert. Weitere neuere Untersuchungen von Vandegehuchte et al (2017) und Fitzpatrick et al (2020) stützen sich auf ähnliche Daten wie Perron et al (2019) und konnten die Bodeneigenschaften nicht berücksichtigen.

Da sich in der Regel 40 oder mehr Prozent eines Ameisenbaus unter der Erdoberfläche befinden, vermuten die Autoren, dass die Bodeneigenschaften einen Einfluss auf das Vorkommen der Waldameisen haben. Insbesondere das Porenvolumen und somit

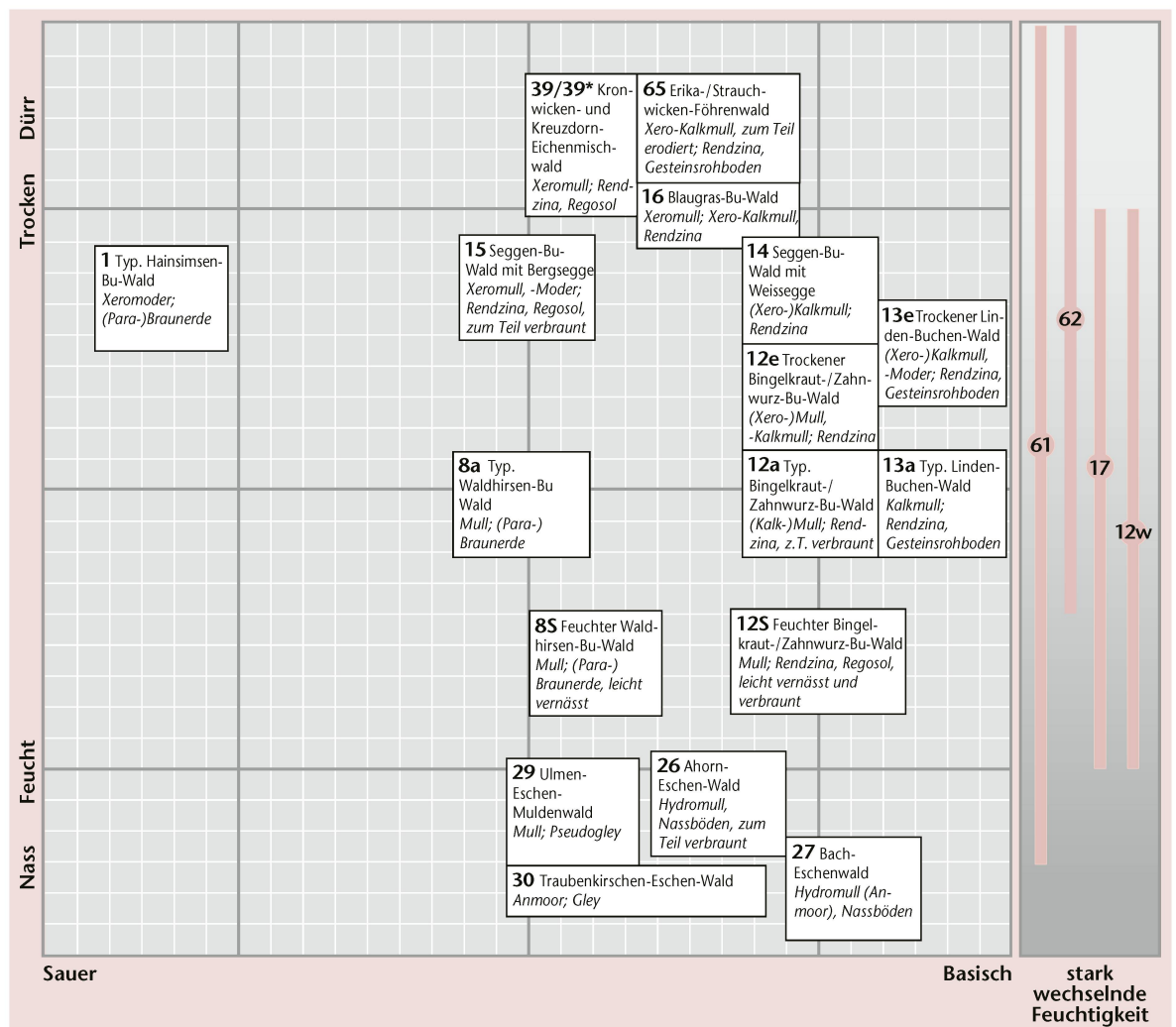


Abb 1 Ökogramm der Region Jura untermontane Stufe mit den Standorttypen aus Frehner et al (2005/2009).

der Sauerstoff- und Wassergehalt des Oberbodens dürften wichtig sein. Auch Säuregehalt, Körnung und organischer Anteil dürften einen Einfluss haben. Ebenso ist anzunehmen, dass die verschiedenen Waldameisenarten nicht gleich auf die Bodeneigenschaften reagieren und somit diese Eigenschaften über das Vorkommen oder Fehlen einer Art mitentscheiden. Dabei ist zu beachten, dass Boden- oder Standortkarten kleinflächige Erhebungen, Senken oder Böschungen nicht abbilden. Ebenso gilt es zu berücksichtigen, dass die Bodeneigenschaften nicht der entscheidende oder gar der einzige Faktor für das Vorkommen von Waldameisenbauten sein müssen, da Waldameisen ihren unterirdischen Lebensraum stark mitprägen und zudem ihre Bauten meist auf oder in Wurzelstöcken errichten.

In den Werken von Ellenberg und Klötzli (1972) und Keller und Fataar (1998) sind die Waldgesellschaften und die dazu gehörigen Waldstandorte der Schweiz beschrieben. Sie gehen davon aus, dass die aktuell vorherrschende Waldvegetation eine Aussage über die lokalen Standortverhältnisse ermöglicht. Diese beiden Werke dienen als Grundlage für zahlreiche Waldstandortskartierungen in fast allen Kantonen der Schweiz. Die Standortkarten stehen den kantonalen und den lokalen Forstdien-

ten zur forstlichen Planung, insbesondere zur Baumartenwahl, zur Verfügung und werden von den Forstdiensten rege genutzt. Sie haben sich in der Praxis des Waldbaus sehr bewährt. Zwischen 1985 und 1995 wurde in den Kantonen BL und BS von zehn Fachleuten mittels Feldarbeit eine Standortkarte der Wälder erstellt und publiziert (Burnand und Hasspacher, 1999).

Die kantonalen Standortkartierungen unterscheiden sich zum Teil deutlich in der Nomenklatur und im Detaillierungsgrad. Im umfassenden Werk «Nachhaltigkeit und Erfolgskontrolle im Schutzwald» von Frehner et al (2005/2009) wurden alle kantonalen Kartierungen kritisch beleuchtet und zusammengefasst, sodass heute eine einheitliche Nomenklatur für alle Waldstandorte der Schweiz vorliegt. Die vorliegende Arbeit geht davon aus, dass es einen Zusammenhang zwischen den Waldameisen-nestfunden und den Waldstandorten gibt. Um diese Hypothese zu prüfen, werden im Folgenden die Nestfundorte mit der Standortkarte verglichen. In dieser Publikation wird, wie bei Frehner et al (2005/2009), in der Regel der Begriff Standorttyp für den Begriff Waldgesellschaft verwendet, da dieser umfassendere Begriff nicht nur die Pflanzengesellschaft, sondern auch die Standortfaktoren miteinbezieht.

## Daten und Methoden

### Datengrundlagen

Als Datengrundlage für die Auswertung wurden die Fundortdaten und die dazugehörenden Koordinaten des Ameiseninventars (Glanzmann et al 2019) und die Karte der Waldstandorte (Burnand und Hasspacher, 1999) verwendet. Diese Karte ist auf der Geoplattform (<https://geoview.bl.ch>) mit dem Nachführungsstand vom 5.5.2017 veröffentlicht. Die Daten mussten zudem folgende Kriterien erfüllen:

- Die Fundorte liegen im Kanton Basel-Landschaft und auf über 350 m ü.M.
- Die Fundorte liegen in der Waldfläche, wie sie in der Standortkarte Waldstandort auf der Geoplattform definiert ist.
- Pro Standorttyp liegen mindestens fünf *Formica*-Funde vor.

Für die vorliegende Arbeit wurden ausschliesslich die Daten der folgenden *Formica*-Arten ausgewertet: *F. rufa*, *F. polyctena*, *F. paralugubris* und *F. lugubris*. Da die Art *F. pratensis* hauptsächlich ausserhalb der Waldfläche vorkommt, wurde sie nicht in die Auswertung einbezogen.

Die in der Karte festgehaltenen Vegetationseinheiten von Burnand und Hasspacher (1999) wurden den Standorttypen von Frehner et al (2005/2009) zugeordnet. Mosaike und Übergänge wurden jeweils der erstgenannten Einheit zugeteilt. Diese zugeordneten Standorttypen wurden in der Folge für alle Auswertungen angewandt. Alle Datensätze mit den Standortbezeichnungen «0», «99» und «100» wurden nicht in die Berechnungen einbezogen.

### Verwendung von Ökogrammen

Ähnlich wie Pflanzenarten aufgrund ihrer ökologischen Ansprüche mit Zeigerwerten versehen und in zweidimensionale Ökogramme eingeteilt werden, können auch Waldstandorttypen in Ökogrammen abgebildet werden (Abbildung 1). Sowohl Burnand und Hasspacher (1999) als auch Frehner et al (2005/2009) und Imesch et al (2020) haben die von ihnen beschriebenen Standorttypen in Ökogrammen eingeordnet. Frehner et al (2005/2009) schreiben dazu auf Seite 61: «Als Ökogramm wird ein Diagramm mit den Achsen «sauer–basisch» und «nass–trocken» bezeichnet. Hauptwaldstandorte können darin als Kästchen, die das Zentrum des Vorkommens der entsprechenden Standorttypen charakterisieren, modellhaft dargestellt werden. Über dem oberen Rand des Ökogramms ist es zu trocken für das Baumwachstum, unter dem unteren Rand ist es zu nass. Die einzelnen Bereiche im Ökogramm können leicht mit Zeigerpflanzen charakterisiert werden. Auch Humusform und Bodenentwicklung können als Hilfsgrössen zur Charakterisierung beigezogen werden. Die Achsen «sauer–basisch» und «nass–trocken» stellen keine absoluten Werte dar, sondern erlauben nur eine rela-

tive Zuordnung der einzelnen Standorttypen untereinander. Die Achse «sauer–basisch» entspricht einer Synthese aus der Mächtigkeit der organischen Auflage, der Durchmischungstiefe des organischen Materials mit mineralischer Feinerde und dem Zustand der mineralischen Bodenhorizonte (Verwitterung und Basengehalt). Sie entspricht nur näherungsweise einer pH-Skala, zumal nicht definiert ist, in welcher Tiefe der pH-Wert gemessen werden muss. Die Achse «nass–trocken» entspricht der durchschnittlichen Bodenfeuchte. Standorttypen, für die wechselnde Feuchtigkeit charakteristisch ist, werden rechts neben dem Ökogramm dargestellt.» Als Beispiel ist in Abbildung 1 das Ökogramm für die untermontane Stufe aus Frehner et al (2005/2009) dargestellt.

### Berechnung der Abundanz

Um festzustellen, welche Standorttypen von den Waldameisen häufiger und welche weniger oder gar nicht besiedelt werden, wurde die Gesamtmenge der Nester pro Standorttyp und Quadratkilometer berechnet und als Abundanz bezeichnet. Dazu wurden die Nestfundorte der oben genannten Arten mit der Karte der Standorttypen überlagert.

### Berechnung der Wahrscheinlichkeit, dass Nestfunde zur Art X gehören

Um herauszufinden, welche Waldameisenarten welche Standorttypen bevorzugen, wurde berechnet, mit welcher Wahrscheinlichkeit ein aufgefundener Ameisenhaufen zu einer der vier untersuchten Arten gehört. Diese Berechnung erfolgte in Abhängigkeit des Standorttyps, in welcher der Ameisenhaufen vorgefunden wurde. Die Artzugehörigkeit eines Ameisenhaufens wurde mit einer multinominalen logistischen Regression modelliert. Dazu wurde das Programmpaket «nnet» (Ripley and Venables, 2020) verwendet. Ausgehend von den geschätzten Modellparametern wurden die Mittelwerte und 95%-Konfidenzintervalle für alle Waldameisenarten und Standorttypen mithilfe des Programmpakets effects (Fox et al, 2020) berechnet.

## Resultate

In Tabelle 1 wurden alle im Kanton Basel-Landschaft vorkommenden Standorttypen, ihre Flächengrösse und ihr Anteil an der Waldfläche sowie die Anzahl Nestfunde pro Ameisenart und die Abundanz (Anzahl Nester pro Quadratkilometer) aufgeführt.

### Häufigkeiten

Schon die Kartierung der Waldameisen zeigte klar, dass die Ameisenhaufen nicht zufällig über die Waldfläche verteilt sind (Glanzmann et al, 2019). Im Kanton wurden 34 Standorttypen kartiert, in 18

(53%) von ihnen sind mehr als vier Ameisennester gefunden worden (Tabelle 1), in 16 (47%) höchstens vier. Die Gesamtfläche aller Standorttypen, in denen Waldameisennester angetroffen wurden, machte 96% der Waldfläche aus, während die Standorttypen, in denen keine Nester gefunden wurden, nur gerade 4% ausmachten (Tabelle 2).

Am meisten Nester wurden im flächenmässig grössten Standorttyp, dem Typischen Lungenkraut-Buchenwald (9a), mit 295 Nestfunden entdeckt.

In den folgenden drei Ökogrammen sind alle Standorttypen, in denen im Kanton Basel-Landschaft

Ameisennester gefunden wurden, abgebildet. Dabei fällt auf, dass Standorttypen, die sich eher im unteren, im linken oder im oberen Teil der Grafik fanden, bis vier Nestfunde (rote Quadrate) aufwiesen. Standorttypen in der Mitte und im rechten Teil weisen mehr als vier Nestfunde auf (grüne Quadrate). In Standorttypen auf feuchten und nassen Böden wurden höchstens vier Ameisennester gefunden. Das waren u.a. alle Typen der Ahorn-Eschen-Wälder und der Bacheschenwälder. Die Böden dieser Wälder sind vernässt und gehören zu den Gleyen oder Pseudogleyen. Ebenso gab es höchstens vier Nest-

Deutscher Name nach Frehner et al (2005)	Bezeichnung Frehner et al (2005/2009)	Fläche		<i>F. rufa</i>		<i>F. polyctena</i>		<i>F. paralugubris</i>		<i>F. lugubris</i>		alle 4	
		in km <sup>2</sup>	in %	Anzahl	Abundanz	Anzahl	Abundanz	Anzahl	Abundanz	Anzahl	Abundanz	Anzahl	Abundanz
Typischer Lungenkraut-/Platterbsen-Buchenwald	9a	49.86	25.2	136	2.73	153	3.07	0	0.00	7	0.36	296	6.16
Lungenkraut-/Platterbsen-Buchenwald mit Immenblatt	10a	18.03	9.1	66	3.66	104	5.77	0	0.00	13	0.72	183	10.15
Typischer Binglekraut-/Zahnwurz-Buchenwald	12a	25.87	13.1	55	2.13	47	1.82	8	0.31	55	2.13	165	6.38
Seggen-Buchenwald mit Weiss-Segge	14	13.95	7.1	81	5.81	47	3.37	0	0.00	2	0.14	130	9.32
Typischer Waldmeister-Buchenwald	7a	27.09	13.7	52	1.92	70	2.58	0	0.00	0	0.00	122	4.50
Wechsellöcheriger Lungenkraut-/Platterbsen-Buchenwald mit Immenblatt	10w	9.52	4.8	29	3.05	47	4.94	0	0.00	1	0.11	77	8.09
Blaugras-Buchenwald	16	2.39	1.2	16	6.69	8	3.35	1	0.42	35	14.64	60	25.10
Wechselfeuchter Binglekraut-/Zahnwurz-Buchenwald	12w	2.18	1.1	17	7.79	13	5.96	5	2.29	10	4.58	45	20.63
Trockener Binglekraut-/Zahnwurz-Buchenwald	12e	4.36	2.2	24	5.50	7	1.60	1	0.23	11	2.52	43	9.86
Wechselfeuchter Lungenkraut-/Platterbsen-Buchenwald	9w	3.67	1.9	15	4.08	25	6.81	0	0.00	2	0.54	42	11.43
Trockener Linden-Buchenwald	13e	2.20	1.1	2	0.91	16	7.27	0	0.00	3	1.36	21	9.55
Typischer Waldhirschen-Buchenwald	8a	3.41	1.7	17	4.98	2	0.59	0	0.00	0	0.00	19	5.57
Feuchter Binglekraut-/Zahnwurz-Buchenwald	12S	4.04	2.0	3	0.74	10	2.48	0	0.00	6	1.49	19	4.71
Typischer Linden-Buchenwald	13a	6.45	3.3	1	0.15	17	2.63	0	0.00	1	0.15	19	2.94
Blockschutt-Tannen-Fichtenwald	48	0.21	0.1	0	0.00	0	0.00	0	0.00	14	67.09	14	67.09
Feuchter Waldmeister-Buchenwald	7S	0.94	0.5	1	1.06	11	11.68	0	0.00	0	0.00	12	12.74
Waldschwingel-Tannen-Buchenwald	18	4.75	2.4	3	0.63	1	0.21	5	1.05	1	0.21	10	2.11
Orchideen-Föhrenwald	62	0.69	0.4	5	7.22	1	1.44	0	0.00	3	4.33	9	13.00
Aronstab-Buchenwald	11	10.35	5.2	6	0.58	3	0.29	0	0.00	0	0.00	9	0.87
Turmkressen-Flaumeichenwald	38	0.85	0.4	0	0.00	4	4.70	0	0.00	0	0.00	4	4.70
Ahorn-Lindenwald / Trockener Turinermeister-Lindenwald	25*	0.27	0.1	1	3.70	2	7.41	0	0.00	0	0.00	3	11.11
Hochstauden-Tannen-Buchenwald	20	1.01	0.5	1	0.99	1	0.99	0	0.00	1	0.99	3	2.98
Eiben-Buchenwald / Steilhang-Buchenwald mit Reitgras	17	0.15	0.1	0	0.00	0	0.00	0	0.00	2	13.33	2	13.33
Erika-/Strauchwicken-Föhrenwald	65	0.38	0.2	2	5.28	0	0.00	0	0.00	0	0.00	2	5.28
Ahorn-Eschenwald	26	1.67	0.8	2	1.20	0	0.00	0	0.00	0	0.00	2	1.20
Typischer Hainsimsen-Buchenwald	1	0.11	0.1	1	9.09	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	9.09
Bach-Eschenwald	27	0.57	0.3	0	0.00	1	1.76	0	0.00	0	0.00	1	1.76
Hirschzungen-Ahornwald	22	1.23	0.6	0	0.00	1	0.81	0	0.00	0	0.00	1	0.81
Typischer Alpendost-Buchenwald	13h	0.51	0.3	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Seggen-Buchenwald mit Berg-Segge	15	0.03	0.0	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Typischer Waldsimsen-Tannen-Buchenwald	19	0.05	0.0	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Ahorn-Eschenwald, Höhenausbildung	26h	0.23	0.1	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Ulmen-Eschen-Muldenwald	29	0.42	0.2	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Traubenkirschen-Eschenwald	30	0.09	0.0	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Seggen-Schwarzerlenbruchwald	44	0.00	0.0	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Pfeifengras-Föhrenwald	61	0.03	0.0	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Feuchter Waldhirschen-Buchenwald	8S	0.22	0.1	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
<b>Total</b>		<b>197.77</b>	<b>100.0</b>	<b>536</b>	<b>2.71</b>	<b>591</b>	<b>2.99</b>	<b>20</b>	<b>0.10</b>	<b>167</b>	<b>0.84</b>	<b>1314</b>	<b>6.64</b>

Tab 1 Standorttypen und dazugehörige Fläche, Anzahl Nestfunde und Abundanz (sortiert nach Anzahl Funde pro Standorttyp).

	Fläche in km <sup>2</sup>	Fläche in %	Anzahl Standorttypen	% der Standorttypen
Standorttypen mit höchstens vier Fundorten	7.81	3.9	16	47.1
Standorttypen mit mehr als vier Fundorten	189.97	96.1	18	52.9
Kartierte Waldfläche	197.99	100.0	34	100.0

Tab 2 Vergleich der Standorttypen mit höchstens vier oder mehr als vier Fundmeldungen.

funde in den extrem trockenen Standorttypen wie Turmkressen-Flaumeichenwald (38) und Erika-/Strauchwicken-Föhrenwald (65) und in den bodensauren Gesellschaften wie dem Typischen Hainsimsen-Buchenwald (1) und dem Typischen Waldsimsen-Tannen-Buchenwald (19).

### Abundanz der Ameisenarten

Eine der selteneren Standorttypen im Kanton, der Blockschutt-Tannen-Fichtenwald (48) weist mit einem Wert von 67.1 Nestern pro Quadratkilometer die höchste Dichte auf (Tabelle 1). Zu einer Gruppe mit einer Abundanz von 10.1 bis 25.1 Nester pro Quadratkilometer gehören sehr unterschiedliche Waldstandorte wie der Feuchte Waldmeister-Buchenwald (7S) in submontaner Lage, der Blaugras-Buchenwald (16) mit viel Skelett im Oberboden sowie auf mittleren Böden in wärmeren Lagen der Orchideen-Föhrenwald (62) und der Wechselfeuchte Lungenkraut-/Platterbsen-Buchenwald, beide mit stark wechselnder Wassersättigung im Boden, und der Lungenkraut-/Platterbsen-Buchenwald (10a).

Zwischen fünf und zehn Nester pro Quadratkilometer fanden sich im Trockenen Bingelkraut-/Zahnwurz-Buchenwald (12e), im Trockenen Linden-Zahnwurz-Buchenwald (13e), im Seggen-Buchenwald mit Weiss-Segge (14), im Wechsell Trockenen Lungenkraut-/Platterbsen-Buchenwald (10w), im Typischen Bingelkraut-/Zahnwurz-Buchenwald mit Immenblatt (12a), im sehr verbreiteten Typischen Lungenkraut-/Platterbsen-Buchenwald (9a) und im Typischen Waldhirsens-Buchenwald (8a).

*Formica rufa* besiedelt relativ viele verschiedene Standorte. Die grösste Abundanz hat sie an tro-

ckenen Standorten wie dem Blaugras-Buchenwald (16), dem Orchideen-Föhrenwald (62), dem Seggen-Buchenwald mit Weisssegge (14) und dem Trockenen Bingelkraut-/Zahnwurz-Buchenwald (12e).

*Formica polyctena* hat die höchste Abundanz (fast 12 Nester pro Quadratkilometer) im Feuchten Waldmeister-Buchenwald (7S) in der submontanen Höhenstufe. Ebenso weist sie eine hohe Abundanz im Trockenen (13e) und im Typischen (13a) Linden-Buchenwald auf beweglichem Schuttboden sowie im Wechselfeuchten Lungenkraut-/Platterbsen-Buchenwald (9w) auf, genauso wie im Lungenkraut-/Platterbsen-Buchenwald (10a) auf mittleren Standorten.

*Formica paralugubris* wurde im Kanton BL sehr selten beobachtet. Sie kommt nur gerade im Waldschwingel-Tannen-Buchenwald (18) in der obermontanen Stufe mit einer Abundanz höher als 1 vor.

Bei *F. lugubris* konnte eine überaus hohe Abundanz mit 67 Nestern pro Quadratkilometer im Blockschutt-Tannen-Fichtenmischwald (48) auf grobem Kalkschutt beobachtet werden. Mit 15 Nestern pro Quadratkilometer lebt diese Art häufig auch im mergelreichen Blaugras-Buchenwald (16a). Submontane Wälder werden eher gemieden.

### Wahrscheinlichkeit, dass Nestfunde zur Art X gehören

Die Wahrscheinlichkeit, dass ein Ameisenhaufen in einem bestimmten Standorttyp zu einer bestimmten Art gehört, ist sehr unterschiedlich (Abbildung 3, Tabelle 3 in Klein et al 2022). Es fällt auf, dass es Standorttypen gibt, in denen alle vier Arten anzutreffen sind. *Formica lugubris* besiedelt als einzige Art den typischen Blockschutt-Tannen-Fichtenmischwald (48). Wenn dort ein Nest gefunden wurde, so war die Wahrscheinlichkeit für diese Art gleich 1.

An folgenden Standorten können alle vier Arten mit unterschiedlicher Wahrscheinlichkeit einen Ameisenhaufen bewohnen: Typischer Bingelkraut-/Zahnwurz-Buchenwald mit Immenblatt (12a), Trockener Bingelkraut-/Zahnwurz-Buchenwald (12e), Wechselfeuchter Bingelkraut-/Zahnwurz-Buchenwald (12w), Blaugras-Buchenwald (16) und Waldschwingel-Tannen-Buchenwald (18).

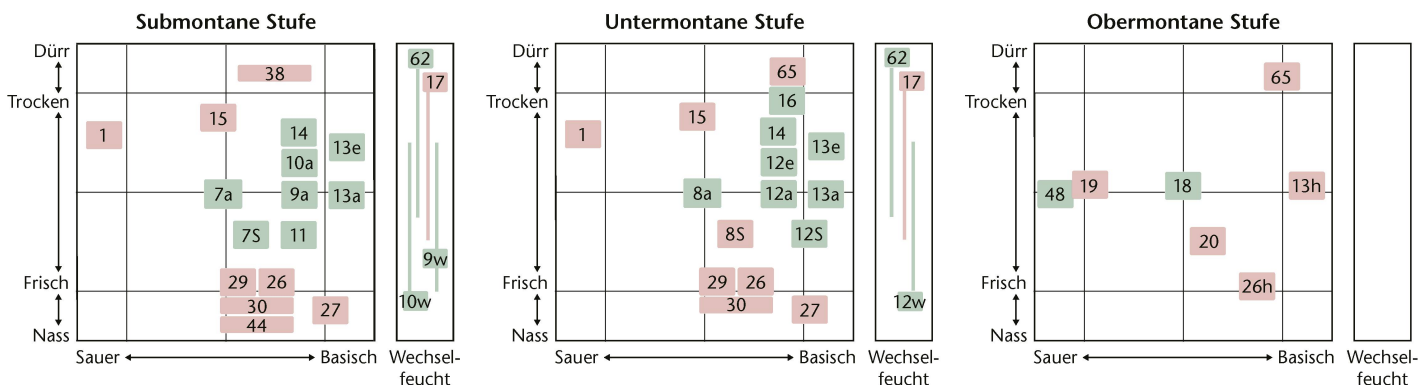


Abb 2 Standorttypen mit Nestfunden (rot Standorte bis vier, grün mehr als vier Nestfunde).

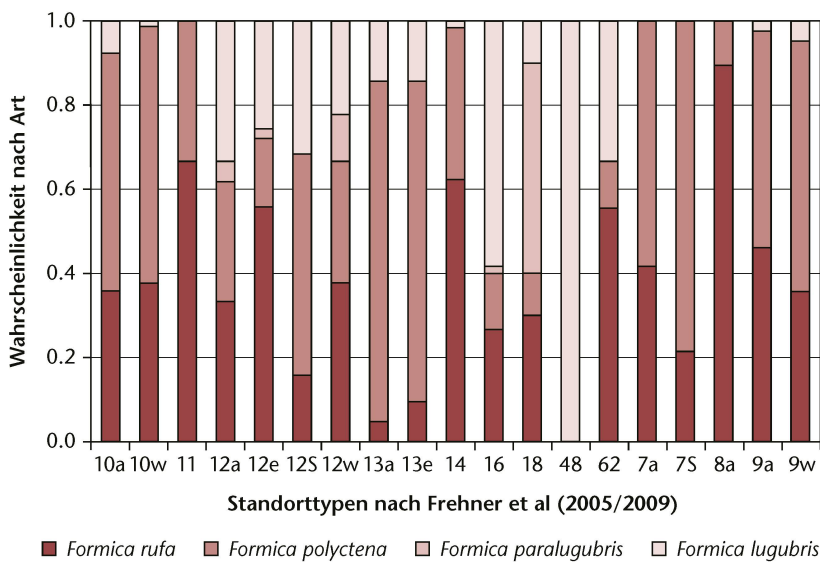


Abb 3 Wahrscheinlichkeit der Artzugehörigkeit pro Standorttyp.

## Diskussion

### Dichte des Ameisenvorkommens

Vandeguchte et al (2017) geben an, dass die Ameisendichte in den Schweizer Wäldern in tiefen Lagen mit 0.14 *Formica*-Nester pro Hektare Wald sehr gering sei. Diese Aussage können wir bestätigen, war doch die Dichte bei unserem Inventar bei 0.07 *Formica*-Nestern pro Hektare Waldfläche sogar nochmals 50% tiefer. Es ist anzunehmen, dass die geringere Dichte etwas mit dem sehr tiefen Nadelholzanteil in den Wäldern des Kantons Basel-Landschaft zu tun hat. Den Zusammenhang zwischen hohem Nadelholzanteil und hoher *Formica rufa*-Dichte stellen auch Vandeguchte et al (2017) fest. Verstärkt wird diese geringe Dichte auch durch das Fehlen jeglicher Waldameisen auf den Löss- und Lehmböden im Bezirk Arlesheim. Auch die Untersuchungen von Fitzpatrick et al (2020) geben einen Hinweis auf die relativ geringe Dichte an *Formica*-Nestern in der untersuchten Region. Diese Autoren konnten nachweisen, dass das Ameisenvorkommen mit einer hohen Nadelbaumdichte positiv und mit geringen Niederschlägen und eher trockenen Böden negativ korreliert ist. Da die Region Basel zu den wärmsten und niederschlagsärmsten Gebieten der Schweiz gehört und wenig reine Nadelwälder aufweist, könnten diese Faktoren die geringe Dichte an Nestfunden erklären.

### Bevorzugte und gemiedene Bodenverhältnisse

Wie in den Ökogrammen der Abbildung 2 dargestellt bevorzugen die vier untersuchten Ameisenarten mittlere Bodenverhältnisse in Bezug auf Wasserversorgung und Bodenversauerung. Hingegen meiden sie sehr trockene, staunasse oder kalkarme bis saure Böden. Kalkreichtum scheint kein Hinde-

rungsgrund für eine Besiedlung zu sein. Staunasse Böden, wie insbesondere Gleye und Pseudogleye, sowie stark durchnässte Braunerden und Para-Braunerden weisen keine Nestfunde auf. Die Hälfte oder mehr des Nestvolumens befindet sich unter der Bodenoberfläche. Dort werden die Eier gelegt und gepflegt, findet die Verpuppung statt und werden die Larven aufgezogen. Ein wassergesättigtes Porenvolumen oder ein starker Wassereintrich beeinträchtigt die Brutpflege und bringt den sicheren Tod. Ebenso verhindert eindringendes Wasser, dass die notwendige konstante Nesttemperatur von 25° bis 30 °C beibehalten werden kann.

Im felsig trockenen Bereich ist sowohl der Felsanteil als auch der Wasser- und der Wärmehaushalt des Bodens entscheidend für das Vorkommen der *Formica*-Arten. Bei sehr felsigen Böden fehlt einerseits das unterirdische Erdreich, um überhaupt Nester zu bauen. In felsigen und stark durchlässigen Böden fließt das Wasser oberflächlich ab oder versickert in der Regel sehr rasch. Das kann zu einer raschen Austrocknung des unterirdischen Nestteils und somit zur Schwächung oder zum Tod der Brut führen. Im östlichen Jura sind die Felspartien oft nicht beschattet, werden bei Sonnenschein sehr stark erhitzt, und bei Kälte gefrieren sie sehr rasch. Dies verstärkt den Effekt der Austrocknung und erschwert die Ansiedlung.

Gemäss der Expertin Anne Freitag vom zoologischen Museum in Lausanne (VD) werden im westlichen Jura die Felsen der Karstgebiete sehr stark besiedelt. Da dort aber die Niederschlagsmenge höher und die maximalen Temperaturen niedriger sind, sind Kalkfelsen eher bewaldet und ermöglichen die Besiedlung durch Waldameisen.

Waldameisen bilden in den Voralpen, im Schwarzwald und in den Vogesen sehr grosse Kolonien auf sauren Böden. Dies ist bei uns nicht der Fall, da nur gerade 0.1% der Waldfläche zu den Standorten mit sauren Bodenverhältnissen gehört. Diese Flächen sind sehr stark fragmentiert, was einer Besiedlung nicht förderlich ist. Die geringe Waldfläche auf sauren Böden hat vermutlich mit dem geologischen Untergrund zu tun, gibt es doch im Tafel- und Kettenjura wenig saure Gesteine wie Granite, Gneise oder Sandsteine. Wenn der geologische Untergrund in der Untersuchungsgegend kalkarm ist, so handelt es sich meist um Tone. Tonböden werden aber bevorzugt landwirtschaftlich genutzt und sind somit selten von Wald bestockt. Sie neigen bei ebenen oder schwach geneigten Verhältnissen zu Staunässe. Dadurch sind sie als Ameisenstandort wenig geeignet. An den steilen Hängen des Faltenjuras oder an den Abbrüchen des Tafeljuras, wo saure Schichten hervortreten, ist durch Rutschungen und Zuführung von Hangwasser für genügend Kalk gesorgt, was die Entwicklung von sauren Böden verhindert oder verlangsamt.

## Standorttypen

Trotz intensiver Suche konnten nur wenige Arbeiten gefunden werden, die sich mit dem Zusammenhang Standortfaktoren und *Formica*-Arten auseinandergesetzt haben. Eine Arbeit, die sich mit Waldstandorttypen beschäftigte, liegt bis anhin nicht vor. Travan (1998) untersuchte im Bayrischen Wald den Einfluss verschiedenster Standortfaktoren auf die Verbreitung der *Formica*-Arten. Er weist darauf hin, dass vor allem der Bestockungsgrad (Beleuchtungsverhältnisse auf dem Waldboden) eine entscheidende Rolle auf die Verbreitung dieser Tiergruppe hat. Auch Stockan et al (2010) fanden bei ihren Untersuchungen mit *F. exsecta* in Schottland keinen direkten Zusammenhang zwischen Bodenfeuchtigkeit und Nestverbreitung. Faktoren wie Licht, Baumdichte und Vegetationszusammensetzung waren dort die entscheidenden Faktoren. Punttila et al (2008) untersuchten in Finnland unter anderem die Verbreitung verschiedener *Formica*-Arten in Bezug zu mineralischen oder zu Torfböden. Da für die Region Nordwestschweiz Torfböden nicht relevant sind, lassen sich für die vorliegende Arbeit keine Schlüsse ziehen. Einzig eine Untersuchung aus dem Elsass von Lorber (1981) stellte fest, dass *F. rufa* und *F. polyctena* in den meisten Fällen die Wälder der Rheinebene mit trockenen Böden (45%) gegenüber den eher nassen Böden (20%) vorziehen. Dieses Resultat deckt sich mit unseren Beobachtungen, dass in der Regel vernässte Böden gemieden werden.

Die vorliegenden Untersuchungen haben gezeigt, dass sich keine klaren statistischen Aussagen über einen Zusammenhang zwischen dem Vorkommen der vier Ameisenarten und den einzelnen Standorttypen machen lassen. Auch wenn man die Bodeneigenschaften der einzelnen Standorttypen nach Frehner et al (2005/2009) zur Interpretation bezieht, lässt sich kein klares Muster erkennen. Die Arten unterscheiden sich nicht in den Präferenzen, weder zu Rendzinen noch zu Braunerden. Das Einzige, was sich für einzelne Standorttypen nachweisen lässt, ist die unterschiedliche Wahrscheinlichkeit, dass eine gefundene Art einer Art X zugeordnet werden kann.

Es ist festzuhalten, dass der Standorttyp auf Böden mit mittleren Wasser- und Bodensäurebedingungen nicht der entscheidende Faktor für das Vorkommen oder Fehlen einer Art sein kann. Die Bodeneigenschaften werden durch andere Standortfaktoren überlagert oder ausgeglichen. Vermutlich werden die Standortfaktoren der Standorttypen durch andere Faktoren wie Deckung, Einstrahlung oder Distanz zum Waldrand (Perron et al 2019) oder den Nadelholzanteil überlagert.

Allerdings kann beim Vergleich der Ameisen-vorkommen mit den Standorttypen hervorgehoben werden, dass *F. polyctena* im Gegensatz zu *F. rufa* Standorte mit frischeren bis feuchten Bodenverhältnissen eher besiedelt. Diese Erkenntnis stimmt mit

den Resultaten aus Perron et al. (2019) überein, die zeigen, dass *F. polyctena* schattentoleranter ist und Standorte mit weniger potenzieller Sonneneinstrahlung eher besiedelt als *F. rufa*.

Da die Auswertung der Nestfundmeldungen in Bezug auf die Wahrscheinlichkeit, dass ein Nest zu einer bestimmten Art gehört, doch Unterschiede ergeben hat und die Resultate zur Abundanz ähnlich ausfallen, werden die wichtigsten Ergebnisse in je einem Faktenblatt zum Standorttyp dargestellt (Klein et al 2022).

## Schlussfolgerung

Diese Auswertung der Funddaten des Ameiseninventars des Kantons BL von 2019 hat Hinweise darauf gegeben, dass die Verbreitung der vier untersuchten Waldameisenarten vom Wasserhaushalt und vom Säuregehalt des Bodens abhängen kann. Stark nasse, stark trockene oder versauerte Böden begrenzen das Vorkommen. Mittlere Bodenverhältnisse werden bevorzugt. Aufgrund der Standorttypen nach Frehner et al (2005/2009) lässt sich keine weitere Differenzierung auf mittleren Standorten nachweisen. Um besser gesicherte Daten zu erhalten, müsste die Anzahl der Fundorte erhöht werden. Dazu könnten Untersuchungen in den Kantonen Solothurn, Aargau und Schaffhausen vorgenommen und ausgewertet werden.

Aufgrund der Wahrscheinlichkeit, dass ein gefundenes Nest einer bestimmten Art einem definierten Standorttyp zugeordnet werden kann, könnten die vorliegenden Daten dazu benutzt werden, in einzelnen Waldstandorttypen gezielt nach den entsprechenden Arten zu suchen. Auch die Umkehrung stimmt: Es lohnt sich nicht, in Standorttypen nach Waldameisen zu suchen, bei denen die Wahrscheinlichkeit von Nestfunden gegen null geht. Solche Kenntnisse könnten dazu führen, bei weiteren Kartierungen das abzusuchende Gebiet einzugrenzen und den Suchaufwand zu verringern.

Für die schwierige Unterscheidung im Feld von *F. rufa* und *F. polyctena* ohne Binokular ergeben die vorliegenden Resultate einen Hinweis darauf, mit welchen Wahrscheinlichkeiten welcher Ameisenhaufen in welcher Gesellschaft angetroffen werden kann. Zusammen mit den anderen untersuchten Standortfaktoren aus Perron et al (2019) liesse sich ein Bestimmungsschlüssel aufgrund der Wahrscheinlichkeiten erstellen. ■

Eingereicht: 24. Juni 2021, akzeptiert (mit Review): 21. Dezember 2021

## Literatur

BURNAND J, HASSPACHER B (1999) Waldstandorte beider Basel: Kommentar zur vegetationskundlichen Standortskartierung der Wälder. Liestal: Verl. des Kantons Basel-Landschaft. 266 p.

- ELLENBERG H, KLÖTZLI F (1972) Waldgesellschaften und Waldstandorte der Schweiz. Birmensdorf: Schweizerische Anstalt für das Forstliche Versuchswesen 48/4: 587–930.
- FITZPATRICK B, BALTENSWEILER A, DÜGGELIN C, FRAEFEL M, FREITAG A ET AL (2021) The distribution of a group of key-stone species is not associated with anthropogenic habitat disturbance. *Diversity & distributions* 27/4: 572–584.
- FOX J, WEISBERG S, FRIENDLY M, HONG J, ANDERSEN R ET AL (2020) Package 'effects.'
- FREHNER M, WASSER B, SCHWITTER R (2005/2009) Nachhaltigkeit und Erfolgskontrolle im Schutzwald. Wegleitung für Pflegemassnahmen in Wäldern mit Schutzfunktion, Vollzug Umwelt. Bern: Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft. 564 p.
- GLANZMANN I, KLAIBER A, PERRON M, FREITAG A (2019) Die Verbreitung der Waldameisen in den Kantonen Basel-Landschaft und Basel-Stadt. *Schweiz. Z. Forstwes* 170/1: 24–31.
- IMESCH N, SPAAR R, STÖCKLI B (2020) Aktionsplan zur Zielartenförderung im lichten Wald. Anleitung zur Kopplung der Zielarten- und Lebensraumförderung. InfoSpecies und AG Waldbiodiversität SFV. 21 p.
- KELLER W, FATAAR V (1998) Waldgesellschaften der Schweiz auf floristischer Grundlage, statistisch überarbeitete Fassung der «Waldgesellschaften und Waldstandorte der Schweiz» von Heinz Ellenberg und Frank Klötzli (1972). *Mitt eidg Forschungsanst Wald, Schnee und Landschaft* 73/2: 93–357.
- KLEIN A, GLANZMANN I, KLEIN J (2022) Einflüsse der Waldstandortstypen auf Waldameisen (*Formica s. stricto*) im östlichen Jura. *Faktenblätter*. doi.org/10.5281/zenodo.6219760.
- LORBER B (1982) Exemple de l'importance de l'humidité, la nature de sol et la végétation dans la distribution des fourmis du groupe *Formica rufa* (Hym. Formicidae). *Insectes Sociaux*, 29/2: 195–208.
- PERRON M, GLANZMANN I, FREITAG A (2019) Habitatselektion von zwei Waldameisenarten (*Formica rufa* und *F. polyctena*). *Schweiz. Z. Forstwes*, 170 (1): 32–39.
- PUNTTILA P, KILPELÄINEN J (2009) Distribution of mound-building ant species (*Formica spp.*, Hymenoptera) in Finland: preliminary results of a national survey. *Ann. Zool. Fennici* 46: 1–15.
- RIPLEY B, VENABLES W (2020) Package «nnet».
- STOCKAN J, SHAILA R, PAKEMAN R (2010) Nesting preferences of the threatened wood ant *Formica exsecta* (Hymenoptera: Formicidae); implications for conservation in Scotland. *J Insect Conserv* 14: 269–276. doi: 10.1007/s10841-009-9255-9.
- TRAVAN J (1998) Über den Einfluss von Standortfaktoren auf die Besiedlung des bayerischen Hochgebirges durch Waldameisen (*Formica spp.*) (Hymen., Formicidae). *Anz Schädlingkunde, Pflanzenschutz, Umweltschutz* 71: 105–109.
- VANDEGEHUCHTE M, WERMELINGER B, FRAEFEL M, BALTENSWEILER A, DÜGGELIN C ET AL (2017) Distribution and habitat requirements of red wood ants in Switzerland: Implications for conservation. *Biological conservation* 212 (08): 366–375.

## Jura oriental: influence du site forestier sur les fourmis des bois (*Formica s. stricto*)

En Suisse, le groupe des fourmis des bois compte six espèces (groupe *Formica rufa*). On sait généralement à quelles altitudes ces espèces préfèrent s'installer. Cependant, les connaissances sur leur répartition à petite échelle et leur dépendance vis-à-vis des conditions du sol et de la végétation sont encore très incomplètes. Comme une grande partie des fourmilières sont situées sous la surface du sol, il est raisonnable de supposer que les propriétés du sol pourraient avoir une influence décisive sur leur présence. Dans le canton de Bâle-Campagne, nous disposons de données presque complètes sur la présence des fourmis des bois grâce à une cartographie à grande échelle dans la forêt. Malheureusement, nous ne disposons pas d'une base de données similaire sur les conditions du sol dans la forêt. Cependant, dans de nombreuses régions de Suisse, nous disposons de cartes détaillées des associations forestières naturelles. Celles-ci permettent de faire des déclarations sur les conditions pédologiques et climatiques locales. Les deux bases de données ont été recoupées afin d'établir des liens entre les sites forestiers et la présence de fourmis et d'obtenir ainsi des indications sur l'influence des conditions du sol sur la présence de fourmis forestières. La présente étude de la relation entre la présence des fourmis des bois et les sites forestiers montre que les espèces de fourmis étudiées dans le canton de Bâle-Campagne préfèrent des conditions de sol moyennes en ce qui concerne l'approvisionnement en eau et l'acidification du sol. En revanche, les sols très humides, très secs ou acidifiés en limitent la présence. En outre, le présent travail permet de tirer des conclusions sur la probabilité qu'une fourmilière dans une association forestière particulière appartienne à une espèce particulière. Ces résultats peuvent être utilisés pour distinguer les espèces de fourmis sur le terrain ou pour rechercher des fourmis des bois spécifiques.

## Influences of forest site types on forest ants (*Formica s. stricto*) in the eastern Jura

In Switzerland, six species are grouped together and are referred to as wood ants (*Formica rufa* group). It is generally understood at which altitudes these species prefer to colonize. However, their small-scale distribution and their dependence on soil conditions and vegetation are not well understood. Since a large proportion of wood ant nests are located below ground, it seems reasonable to assume that soil conditions could have a significant influence on their occurrence. In the canton of Basel-Landschaft, we have almost comprehensive data on wood ant occurrence thanks to large-scale mapping within the forest. Unfortunately, there is no similar database on soil conditions in the forest. On the other hand, detailed site maps of the natural forest communities for many parts of Switzerland are available. These allow for statements to be made regarding local soil and climate conditions. In order to better understand relationships between forest site types and ant occurrence, and thus gain insight into the influence of soil conditions on the occurrence of forest ants, the two databases were intersected. The present study of the relationship between wood ant occurrence and forest sites shows that the ant species studied in the canton of Basel-Landschaft prefer medium soil conditions in terms of water supply and soil acidity. On the other hand, very wet, very dry or acidified soils limit their occurrence. In addition, the present study allows statements to be made as to the probability that a nest in a particular forest community belongs to a particular species. These findings can be used to distinguish between ant species in the field or to identify where forest ants are likely to occur.