Amt für Landschaft und Natur Kanton Zürich · Fachstelle Naturschutz

Stechmückenbekämpfung Thurauen

Begleitdokumentation zur neuen Rahmen-Ausnahmebewilligung ab 2016

Dokument Nr.	1185-B-04
Datum Entwurf:	24.9.2015
Datum Endfassung:	24.9.2015

AquaPlus

AquaPlus AG · Gotthardstrasse 30 · CH-6300 Zug
Fon +41 41 729 30 00 · Fax +41 41 729 30 01
admin@aquaplus.ch · www.aquaplus.ch

Impressum

Auftraggeber:	Amt für Landschaft und Natur Kanton Zürich Fachstelle Naturschutz Stampfenbachstrasse 12 · CH-8090 Zürich
Auftragnehmer:	AquaPlus AG Gotthardstrasse 30 · CH-6300 Zug
Projektleitung:	Matthias Sturzenegger
Mitarbeiter:	Fachgruppe Stechmücken

Inhaltsverzeichnis

		Seite
1	**Ausgangslage**	**1**
2	**Grundlagen**	**2**
2.1	Stechmücken	2
2.2	*Aedes vexans* / *Ochlerotatus sticticus*	3
2.3	Bacillus thuringiensis var. israelensis (Bti)	4
2.4	Gesetzliche Grundlagen	6
3	**Einsatzgebiete**	**8**
3.1	Bestehende Einsatzgebiete	8
3.2	Zu ergänzende Einsatzgebiete	9
4	**Schwellenwerte**	**11**
4.1	Einsatzgebiet Ellikerfeld	12
4.2	Einsatzgebiet Farhau	12
5	**Überwachung Schwellenwerte**	**15**
6	**Bekämpfung mit Bti**	**17**

1 Ausgangslage

Im Rahmen des Thurauenprojekts hat der Kanton zugesichert, dass eine infolge des Thurauenprojekts und des Dammverzichts eintretende höhere Stechmückenbelastung bekämpft werde.

Fachgruppe Stechmücken

Die Fachstelle Naturschutz hat die Fachgruppe Stechmücken beauftragt, die relevanten Grundlagen für einen Bti-Einsatz in nationalen Schutzgebieten, welcher zur Gewährleistung genannter Zusicherung erfolgen soll, aus fachlicher und rechtlicher Sicht zu Erarbeiten. Mitglieder dieser Arbeitsgruppe sind:

- Corina Schiess, Fachstelle Naturschutz, ALN (Leitung Arbeitsgruppe)
- Dr. Patrick Steinmann, Sektion Oberflächengewässerschutz, AWEL
- Dr. Barbara Wiesendanger, Sektion Biosicherheit, AWEL
- Dr. Alexander Mathis, Nationales Zentrum für Vektorentomologie, Uni Zürich
- Dr. Gabi Müller, Beratungsstelle Schädlingsbekämpfung, Stadt Zürich
- Claude Meier, Aqua Terra Umweltberatung
- Matthias Sturzenegger, AquaPlus AG (externe Projektkoordination und -Begleitung)

Die vorliegenden Begleitdokumentation bildet die Basis für die Rahmen-Ausnahmebewilligung ab 2016, fasst die wichtigsten Grundlagen zusammen und definiert die Methodik zur Bestimmung der in der Rahmen-Ausnahmebewilligung festgelegten Schwellenwerte.

2 Grundlagen

Das Kapitel «Grundlagen» wurde mehrheitlich aus dem Bericht zur Verfügung vom 16.4.2013 übernommen und teilweise überarbeitet.

Die Bekämpfung von Stechmücken im Freiland und insbesondere in schutzwürdigen und geschützten Gebieten setzt fundierte Kenntnisse der Ökologie der Mücken sowie der Auswirkungen allfälliger Bekämpfungsmassnahmen auf die Umwelt voraus. In den folgenden Kapiteln werden die wichtigsten Grundlagen kurz zusammengestellt.

2.1 Stechmücken

Die Stechmücken (*Culicidae*) können aufgrund der bevorzugten Larven-Habitate grob in vier "ökologische Gruppen" unterteilt werden: Generalisten, Überschwemmungsmücken, Container-Brüter (natürliche und künstliche), Mücken von (semi-)permanenten Gewässer.

Generalisten

Bei der Wahl ihrer Brutplätze sind Generalisten-Arten wenig wählerisch. Grundsätzlich kommt jede nicht oder nur langsam fließende Wasseransammlung in Frage, bevorzugt werden Kleinstgewässer, wie z.B. Regentonnen, Sickerschächte, Kanalisationen, Gullys, verstopfte Dachrinnen, Gräben, Pfützen u. ä. Diese Arten leben oft im Bereich menschlicher Siedlungen, wo sie auch in Gebäuden lästig werden können (*Culex pipiens*: Gemeine Stechmücke; *Culiseta annulata*: Grosse Hausmücke). Diese Mücken sind ausgesprochene Dämmerungs- und Nachttiere und haben einen geringen Flugradius.

Überschwemmungsmücken

Die Weibchen der Überschwemmungsmücken (bei uns hauptsächlich die Arten *Aedes vexans, Ochlerotatus sticticus*) legen die Eier nur an Stellen ab, die regelmässig überschwemmt werden, die also vernässte, lehmige Böden und deren typische Pflanzen (etwa Schilf, Moos) aufweisen. Die Brutareale sind somit in der Regel in temporären Gewässern im Überschwemmungsbereich größerer Flüsse und Seen mit Wasserstandsschwankungen. Ab einer Wassertemperatur von ca. 8°C schlüpfen die Larven dieser Mücken-Arten. Die Eier besitzen als Anpassung an den ephemeren Lebensraum der Überschwemmungsgewässer eine sehr lange Überlebensfähigkeit von bis zu zehn Jahren. Das bisherige Monitoring der Stechmückenbestände in den Thurauen hat gezeigt, dass über 90 % der im Freiland gefangenen Adulttiere diesen beiden Arten zugeordnet werden können, wobei *Ochlerotatus sticticus* die häufigere Art ist.

Container-Brüter

Die Larven der Container-Brüter entwickeln sich in kleinen Gefässen, seien dies natürliche (Astlöcher) oder künstliche (Vasen, Eimer etc.). Die Eier werden an den Rand der Gefässe gelegt, und die Larven schlüpfen bei steigendem Wasserstand. Wie bei den Arten der Überschwemmungsmücken sind die Eier sehr langlebig und überdauern Trockenheit für Jahre. Einheimische Arten sind *Aedes geniculatus* und *Anopheles plumbeus*; grössere Bedeutung haben die invasiven Arten *Aedes (Ochlerotatus) japonicus* (Asiatische Buschmücke) und, im Tessin, *Aedes (Stegomyia) albopictus* (Tigermücke).

Die Mücken von (semi-) permanenten Bruthabitaten (z. B. *Anopheles maculipennis s.l. Ae. cinereus Coquillettidia richiardii*) haben ihre Brutareale meist in sumpfigen Gebieten, in denen nach der Schneeschmelze und nach Regenfällen wassergefüllte Gräben und Tümpel als Brutplätze entstehen. Im Frühjahr besitzen die Eier die höchste Schlüpfbereitschaft. Einige Arten dieser Gruppe können sich bereits in sehr kaltem Wasser, z.B. nach der Schneeschmelze, entwickeln (*Aedes annulipes*). Bei der Suche nach einem geeigneten Wirt sind die Weibchen dieser Arten nur begrenzt flugfreudig, weshalb sie nur in unmittelbarer Nähe zu den Brutgebieten lästig werden. In der Regel nimmt die Zahl der Fluginsekten in der zweiten Sommerhälfte stark ab.

2.2 *Aedes vexans / Ochlerotatus sticticus*

Systematik

Ordnung:	*Diptera* (Zweiflügler)
Unterordnung:	*Nematocera* (Mücken)
Familie:	*Culicidae* (Steckmücken)
Unterfamilie:	*Culicinae*
Gattung:	*Aedes (Aedimorphus), Ochlerotatus*
Art:	*Aedes vexans* (Meigen 1830) *Ochlerotatus sticticus* (Meigen 1883)

Lebensweise

Die Stechmücken dieser Arten werden zu den sogenannten Überschwemmungsmücken gezählt. Für die Reproduktion sind sie auf aquatische Ökosysteme angewiesen, welche periodisch überschwemmt werden. Nur dort können sich Massvorkommen entwickeln. In permanenten Gewässern unterliegen Mückenlarven einem Prädationsdruck, insbesondere durch Fische, und Massenentwicklungen bleiben aus.

Die Weibchen produzieren pro Blutmahlzeit bis zu 200 Eier, welche in die feuchte Erde in Gewässernähe abgelegt werden. Dort können die Eier mehrere Jahre überdauern und es kann zu einer Anreicherung von Eiern im Boden kommen. Die Eier werden unregelmässig abgelegt, sodass deren Dichte in geeigneten Brutgebieten sehr stark variieren kann (von 0 bis gegen 3'000 Eier/m^2). Der Schlupf der Larven wird ausgelöst durch eine plötzliche Reduktion der Sauerstoffkonzentration, induziert durch eine Überflutung sowie durch die damit verbundene Veränderung in der Temperatur. Die Larven von *Aedes vexans* schlüpfen erst in größerer Zahl, wenn die Wassertemperatur mehr als 8–10 °C beträgt, diejenige von *Ochlerotatus sticticus* schon bei Temperaturen unter 8 °C. Deshalb treten Mückenplagen besonders in heißen hochwasserreichen Sommermonaten auf. Die Larven schlüpfen dabei in mehreren Phasen; es schlüpfen also nicht immer alle Eier auf einmal. Gegen Ende Sommer hin nimmt die Bereitschaft zum Schlupf generell ab; die Eier gehen in eine Phase der Winterruhe über.

Larvenentwicklung

Vom Schlupf bis zur Verpuppung durchlaufen die Mückenlarven vier Larvenstadien (L1–L4). Bei Wassertemperaturen von 20–25 °C benötigen sie rund 9–11 Tage bis zum Schlupf der Adulttiere. Die optimale Temperatur für die Larvenentwick-

lung ist 25°C, bei welcher die Verpuppung nach 6-8 Tagen erfolgt. Unter den natürlichen Bedingungen in der Schweiz kann von einer Entwicklungszeit der aquatischen Stadien von 2–3 Wochen ausgegangen werden.

Die Larven der beiden Arten zeigen ein etwas unterschiedliches Verhalten beim Austrocknen der Brutgewässer: *Ochlerotatus sticticus* beschleunigt seine Larvenentwicklung, während die Larven von *Aedes vexans* im nassen Boden eine begrenzte Zeit (6-14 Tage) überleben können.

Larvendichte

In der Literatur wird ein sehr breiter Bereich für gefundene Larvendichten in der Natur genannt. Ein Höchstwert sind die bis zur 10'000 Larven/l, welche in den oberrheinischen Schwemmebenen beobachtet wurden.

Flugdistanzen

Die Aktivität der adulten Tiere beschränkt sich hauptsächlich auf die Dämmerungs- und Nachtstunden; in schattigen Orten können sie auch tagüber aktiv sein. Ruhephasen verbringen die Mücken an der Blattunterseite von Bäumen und Büschen. Maximale Flugdistanzen von 10–12 km vom Schlupfort weg wurden in verschiedenen Studien nachgewiesen. Die Mückendichte nimmt dabei in Abhängigkeit der Distanz zum Schlupfort deutlich ab.

Adultiere erreichen in der Regel eine Lebensdauer von maximal einem Monat. Finden in diesem Zeitraum mehrere Hochwasserphasen statt, so können sich die verschiedenen Schlupfphasen überlagern und so zu einer erhöhten Belastung führen.

Verbreitung von Krankheiten

Aedes vexans und *Ochlerotatus sticticus* kommen theoretisch als Verbereitungsvektoren für einige wenige Krankheitserreger in Frage, darunter das West-Nil-Virus, *Dirofilaria immitis* (Herzwurm; Hund, selten Infektionen des Menschen) und das Rift-Valley-Fieber-Virus (Wiederkäuer). Die aktuelle Gefahr einer Übertragung durch diese Mücken wird jedoch als sehr gering eingestuft, da diese Erreger in der Schweiz zur Zeit nicht autochthon vorhanden sind. Die Veränderungen infolge Klimawandel können auch in Bezug auf Krankheitserreger in Zukunft eine wesentliche Rolle spielen.

2.3 *Bacillus thuringiensis var. israelensis* (Bti)

Nach dem Fund von toten Mückenlarven in der Negev-Wüste in Israel wurde 1976 das Bakterium *Bacillus thuringiensis* isoliert und erkannt, dass das Bti während seiner Entwicklung Eiweißkristalle (-Endotoxin) bildet. Diese Endotoxine sind der eigentliche Wirkstoff. Durch Frass wird dieses aufgenommen und kann hochselektiv auf Stech- (*Culicinae*) und Kriebelmückenlarven (*Simuliidae*) wirken.

Nichtzielorganismen

Über die Wirkungsweise von Bti und die Auswirkungen auf Nichtziel-Organismen (Non Target Organisms NTO) wurde eine umfassende Literaturrecherche durchgeführt. Bti ist als sehr selektives Bekämpfungsmittel gegen Stechmücken bekannt. Dennoch weisen vereinzelte Studien auf mögliche negative Auswirkungen auf NTO bei regelmässigem und grossflächigem Einsatz hin. Auswirkungen umfassen neben der direkten Toxizität auch Veränderungen im Nahrungsgefüge. Nebenwirkungen von Bti treten zum Teil bereits bei der empfohlenen, aber insbesondere bei hoher Dosis (Überdosis) auf. Betroffene NTO sind vor allem andere Mückenfamilien (z.B. *Chironomidae:* Zuckmücken). Bei hohen Dosen können auch Daphnien eine verminderte Reproduktion aufweisen oder *Ephemeroptera, Plecoptera*

(a) 0 = empf. Hersteller-Dosis
+ = Überdosis

(b) Anzahl Studien, die einen entspr. Effekt fanden.

Tab. 2.1: Nicht-Zielorganismen (NTO), die gemäss BOISVERT & BOISVERT durch Bti beeinträchtigt werden können.

Gattung	Organismus	Dosierung[a]	Kein Effekt[b]	Negativer Effekt[b]
Gastropoda	*Ancylidae*	0	1	1
Gastropoda	*Burnupia sp.*	0	1	1
Gastropoda	*Burnupia sp.*	+	1	1
ANNELIDA	*Oligochaeta*	0	2	0
ANNELIDA	*Oligochaeta*	+	1	1
CRUSTACEA	*Daphnia magna*	0	1	0
CRUSTACEA	*Daphnia magna*	+	1	1
CRUSTACEA	*Cyclopidae*	0	2	0
CRUSTACEA	*Cyclopidae*	+	4	2
Ephemeroptera	*Trycorythidae*	0	3	0
Ephemeroptera	*Trycorythidae*	+	0	1
Ephemeroptera	*Baetidae*	0	12	2
Ephemeroptera	*Baetidae*	+	10	0
Ephemeroptera	*Heptageniidae*	0	9	1
Ephemeroptera	*Heptageniidae*	+	1	1
Hemiptera	*Notonectidae*	0	2	0
Hemiptera	*Notonectidae*	+	9	2
Lepidoptera	*Heliothinae, Plusiinae, Pyralidae*	0	2	1
Lepidoptera	*Heliothinae, Plusiinae, Pyralidae*	+	1	3
Odonata		0	11	0
Odonata		+	24	0
Plecoptera		0	8	3
Plecoptera		+	6	2
Trichoptera		0	34	7
Trichoptera		+	14	2
Diptera	*Blephariceridae*	0	1	0
Diptera	*Blephariceridae*	+	0	2
Diptera	*Ceratopogonidae*	0	2	0
Diptera	*Ceratopogonidae*	+	3	2
Diptera	*Chironomidae*	0	12	12
Diptera	*Chironomidae*	+	5	25
Diptera	*Orthocladiinae*	0	9	1
Diptera	*Orthocladiinae*	+	4	2
Diptera	*Culicidae*	0	0	10
Diptera	*Dixidae*	0	1	0
Diptera	*Dixidae*	+	1	1
Diptera	*Muscidae*	0	1	1
Diptera	*Muscidae*	+	1	1
Diptera	*Sciaridae*	0	0	1
Diptera	*Sciaridae*	+	0	1
Diptera	*Simuliidae*	0	0	11
Diptera	*Simuliidae*	+	0	4
Diptera	*Tephritidae*	+	0	1
Diptera	*Tipulidae*	0	2	0
Diptera	*Tipulidae*	+	1	2
Pisces	*Tilapia nilotica*	0	1	0
Pisces	*Tilapia nilotica*	+	0	1
Pisces	*Pimephales promelas*	0	1	0
Pisces	*Pimephales promelas*	+	0	1
Pisces	*Pseudomugil signifer*	+	0	1
Pisces	*Salmonidae*	0	6	0
Pisces	*Salmonidae*	+	0	4
CHLOROPHYTA	*Chlorella sp., Closterium sp.*	0	0	2

und *Trichoptera* von erhöhter Mortalität betroffen sein (vgl. Tabelle 2.1). Eine sorgfältige Bestimmung der notwendigen Dosis ist somit ein sehr wichtiger Faktor zur Reduktion von unnötigen Umweltbelastungen, insbesondere weil Hinweise vorhanden sind, dass sich Bti über längere Zeit im Boden ansammeln und biologisch aktiv bleiben kann.

Persistenz

Es ist nachgewiesen, dass fortpflanzungsfähige Bti-Sporen nach dem Ausbringen für die Mückenbekämpfung über längere Zeit im Boden oder zwischen feuchten Blättern überdauern können. In der Bolle di Magadino im Tessin konnte gezeigt werden, dass die meisten Sporen schnell aus dem System verschwinden, aber auch dass sich ein Teil der Sporen nach häufigen Bti-Einsatz über längere Zeit anreichert. Ob diese Sporen noch keimfähig sind und sich auf andere Gebiete ausbreiten können, gilt als umstritten.

Separate Untersuchungen in den Thurauen vor und nach dem Einsatz von 2013 haben gezeigt, das es auch Monate nach der Applikation zu keiner wesentlichen Abnahme der Konzentration von Bti-Sporen im Boden gekommen ist. Dies lässt darauf schliessen, dass weder ein Abbau (biotisch oder abiotisch) noch ein Auskeimen oder Vermehren stattgefunden hat.

Bekämpfung

Die Bekämpfung mit Bti setzt eine orale Aufnahme des Wirkstoffes voraus. Ein Bti-Einsatz ist am effektivsten, wenn er zur Zeit der Larvenstadien L2-L3 durchgeführt wird. Eine Bekämpfung ist grundsätzlich auch später möglich. Gegen Ende des Larvenstadium L4 wird die Nahrungsaufnahme jedoch eingestellt und somit entfällt die Wirkung von Bti. Die notwendige Aufnahmemenge von Bti ist zudem abhängig von der Larvengrösse. Je älter die Larven sind, desto grösser wird folglich auch die Menge, welche aufgenommen respektive eingesetzt werden muss.

Bei länger andauernden Überflutungen mit wechselndem Wasserspiegel kommt es zu mehreren Schlupfphasen. Dies führt zu einer Mischung von verschiedenen Larvenstadien, was die Wahl des besten Einsatzzeitpunktes zusätzlich erschwert.

Bedingt durch die rasche Entwicklung der Larven ist der Zeitraum für eine Bekämpfung in der Praxis sehr begrenzt. Nach dem Feststellen von hohen Larvenkonzentrationen verteilt über ein grosses Gebiet muss ein Einsatz innerhalb von wenigen Tagen erfolgen.

2.4 Gesetzliche Grundlagen

Ausnahmebewilligung

Da alle Flächen, auf denen ein potentieller Bekämpfungseinsatz in Frage kommt, in einem kantonalen oder nationalen Schutzgebiet liegen, ist eine Ausnahmebewilligung durch die zuständige kantonale Behörde erforderlich. Diese Bewilligung wird als Rahmen-Ausnahmebewilligung ausgestellt. Die Rahmenbewilligung ist rekursfähig. Bei rechtsgültiger Rahmenbewilligung ist jeder Einsatz durch eine Ausnahmenbewilligung freizugeben.

Neben den Schutzverordnungen unterliegt der Einsatz von Bti auch der Biozid- und der Freisetzungsverordnung.

Biozidverordnung

Nach Art. 47 (Verwendungsbeschränkungen) der Biodzidverordnung gelten für "...Biozidprodukte, die pathogene Mikroorganismen sind oder solche enthalten..." die Beschränkungen nach Artikel 13 der Freisetzungsverordnung.

Gemäss Freisetzungsverordnung FrSV sind pathogene Organismen Organismen, die bei Mensch, Tier oder bei anderen Organismen Krankheiten verursachen können (Bti ist pathogen für bestimmte Mücken). Für eine Bewilligung in besonders empfindlichen oder schützenswerten Lebensräumen nach FrSV wird eine Verhinderung oder Behebung von Gefährdung oder Beeinträchtigung von Menschen (Güterabwägung) vorausgesetzt (Art 8 und Art 13, Abs 1). Als besonders empfindliche oder schützenswerte Lebensräume und Landschaften gelten eidgenössisch oder kantonal geschützte Gebiete, oberirdische Gewässer und ein 3 m breiter Streifen entlang solcher Gewässer, unterirdische Gewässer und die Zone S1, für Mikroorganismen auch die engere Schutzzone S2 von Grundwasserschutzzonen sowie der Wald.

Produkte/Zulassung

In der Schweiz ist aktuell vom Bundesamt für Gesundheit BAG nur ein Podukt mit Bti zugelassen (VectoBac G). Eine Bewilligung für ein alternatives Bti-Produkt zur Mückenbekämpfung liegt zurzeit nicht vor.

3 Einsatzgebiete

Die Einsatzgebiete bezeichnen diejenigen Flächen, für die eine Bewilligung für das Ausbringen von Bti ausgestellt werden soll. Lage und Ausdehnung sind in Abbildung 3.2 festgehalten.

3.1 Bestehende Einsatzgebeite

3.1.1 Einsatzgebiet Ellikerfeld

Das bisherige Einsatzgebiet im Ellikerfeld soll mit folgender Begründung unverändert beibehalten werden (vgl. Abb. 3.2):

- Bekämpfung der Mehrbelastung, d.h. keine Totalbekämpfung im gesamten Ellikerfeld.
- Relevante Reduktion der adulten Stechmücken in Ellikon (Siedlungsgebiet) durch Totalbekämpfung der sieldungsnahen Brutgebiete (vollständige Elimination der Mückenlarven). Mückenbelastung in Ellikon wird nur noch durch Zuwanderung aus siedlungsfernen Gebieten bestimmt.
- Berücksichtigung der Ausbreitung in der Fläche (Verflug, Abnahme der Populationsdichte entlang der Linie Wald-Siedlung).
- Nachgewiesene Abnahme der Adulttiere vom Waldrand zur Siedlung hin (vgl. Abb. 3.1).
- Adultfänge der Jahre 2014 und 2015 zeigen, dass waldnahe Mücken kaum in die Siedlung vordringen.
- Durch die Bekämpfung im vorderen Teil des Altlaufes resultiert eine Reduktion der Adulttiere im Siedlungsgebiet um mind. 30–50 %.

3.1.2 Einsatzgebiet Farhau

Das bisherige Einsatzgebiet in der Farhau soll mit folgender Begründung unverändert beibehalten werden (vgl. Abb. 3.2):

- Bekämpfung der Mehrbelastung, d.h. keine Totalbekämpfung im gesamten Gebiet Farhau.
- Berücksichtigung der Ausbreitung in der Fläche (Verflug, Abnahme der Populationsdichte entlang der Linie Wald-Siedlung).
- Nachgewiesene Abnahme der Adulttiere vom Waldrand zur Siedlung hin (vgl. Abb. 3.1).

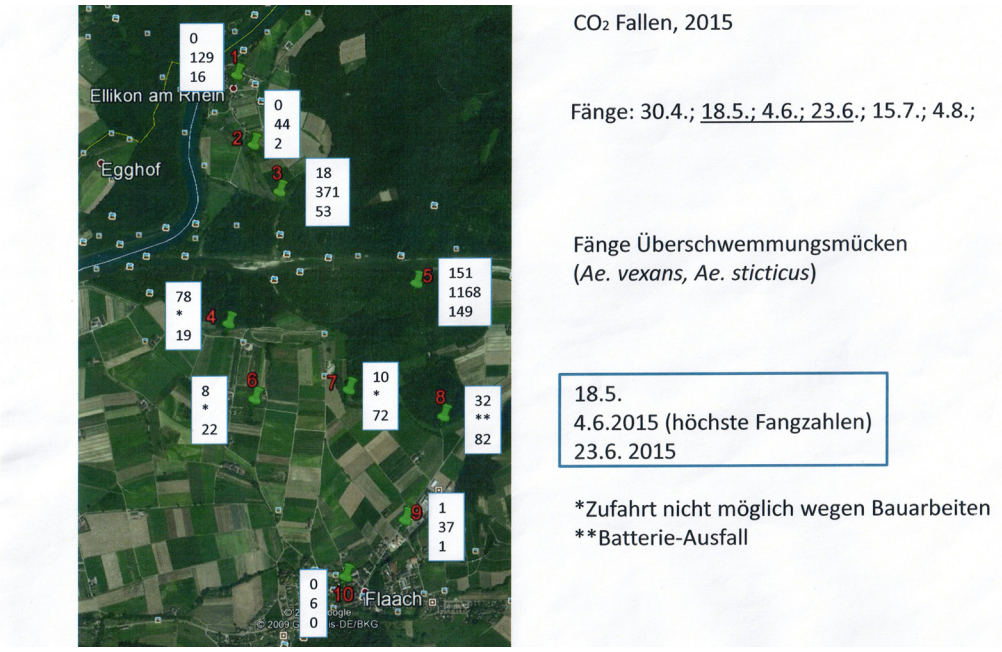


Abb. 3.1: Verteilung der gefangenen Stechmücken (Adulttiere) im Gebiet der Thurauen. Fallenfänge 2015

3.1.3 Einsatzgebiete Wald

Im Wald sollen mit folgender Begründung keine Einsatzgebiete ausgeschieden werden:

- Flächendeckende Bekämpfung kann nicht durchgeführt werden (Zugäglichkeit, Heterogenität Bodenstruktur, Unübersichtlichkeit und grösse des Areals)
- Effektivität der Bekämpfung nicht erreichbar (Anforderung FrsV, ...)
- Nur geringe Auswirkungen auf die Bewohner von Ellikon und Flaach
- Grundlagen für eine Festlegung von Schwellenwerten sind nicht gegeben
- Experten sind sich alle einig, dass ein Einsatz im Wald nicht wirkungsvoll und sinnvoll durchführbar ist

3.2 Zu ergänzende Einsatzgebiete

Nach heutigem Wissensstand sind keine Hinweise vorhanden, dass sich durch die Revitalisierungsmassnahmen im Rahmen der 2. Etappe des Thurauenprojektes eine Verschlechterung der Situation hinsichtlich Stechmücken abzeichnet. Vielmehr wurde die Planung darauf ausgerichtet, die Situation hinsichtlich Stechmücken zu verbessern. Vorerst werden deshalb keine zusätzlichen Einsatzgebiete definiert.

Es sollen deshalb - zumindest vorläufig - keine weiteren Gebiete in die Rahmen-Ausnahmebewilligung aufgenommen werden. Falls unvorhersehbare Entwicklungen eintreten, soll die Rahmen-Ausnahmebewilligung vorzeitig angepasst werden können.

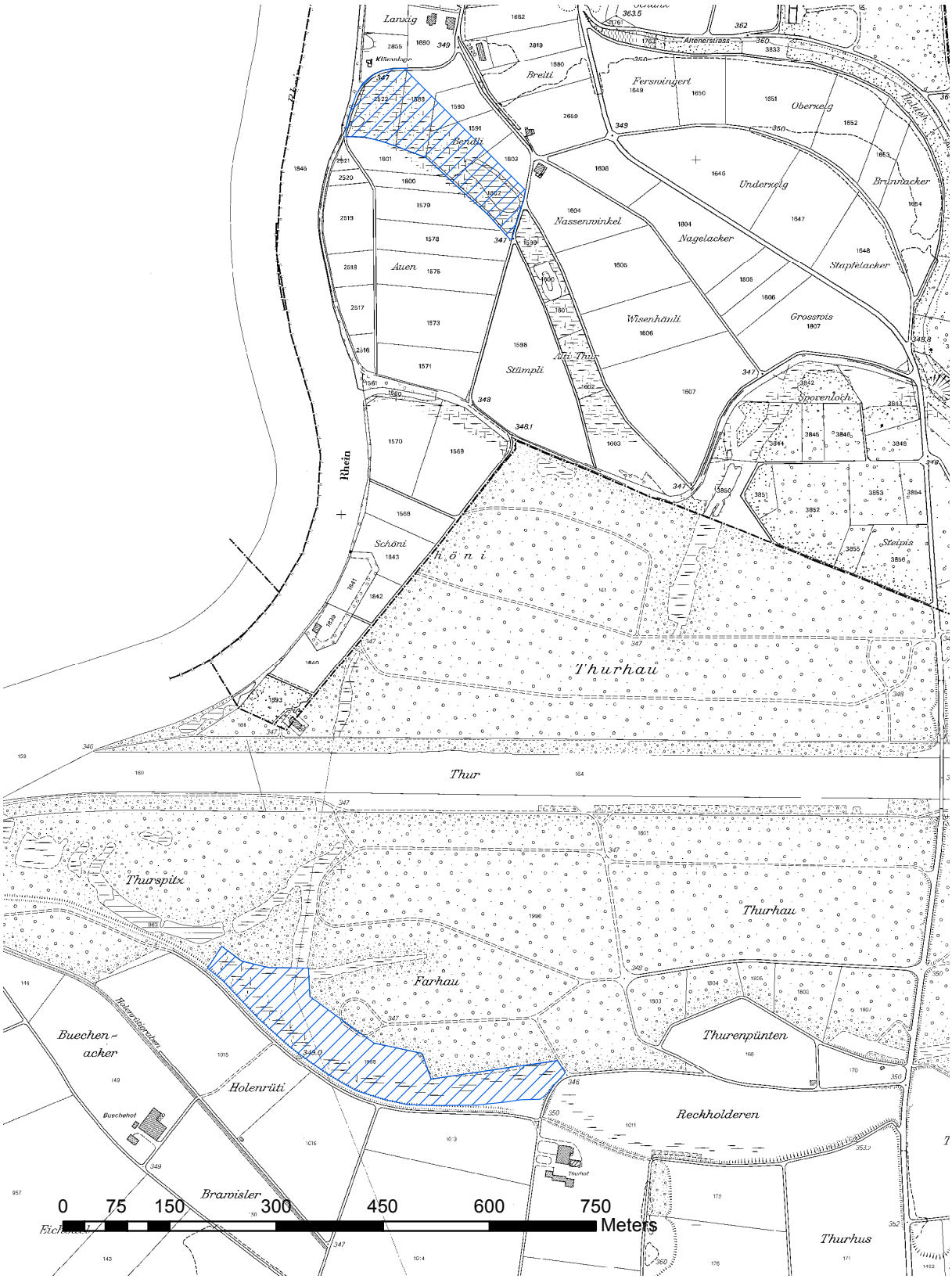


Abb. 3.2: Einsatzgebiete Thurauen

4 Schwellenwerte

Tabelle 4.1 gibt einen Überblick über Schwellenwerte und die Grösser der potentiellen Einsatzgebiete in Stechmücken-Bekämpfungsgebieten in Mitteleuropa, ausgenommen sind dabei Küstengebiete.

Wichtig ist festzuhalten, dass diese Schwellenwerte immer in Relation zum Bekämpfungsziel (Thurauene: «Reduktion der Mehrbelastung»), zur Probenahmemethodik sowie zur Ausdehnung der Brut- resp. Einsatzgebiete zu betrachten sind. Die teilweise verwendeten Schwellenwerte von 3 bis 5 Larven pro Liter sind die tiefsten in der Literatur genannten Werte und diese werden nur auf sehr grossen Überflutungsflächen angewandt. Auf kleineren Flächen von einigen wenigen Hektaren sind diese Werte viel zu tief angesetzt und würden im Fallen der Thurauen zu einem ungewünschten, alljährlichen Bti-Einsatz auch bei normalen hydrologischen Verhältnissen führen.

Tab. 4.1: Schwellenwerte Larvendichte in Mückenbrutgebieten Mitteleuropas (ohne Küstengebiete).

Bekämpfungsgebiet	**Fläche pot. Einsatzgebiet** [ha]	**Larvendichte** [Individuen/L]	**eingesetztes Produkt**
Rhein (KABS)	600’000	5 (3–10)	-
March-Thaya-Donau	1'650 (nur AT)	20	-
Iffeldorf (KABS)	290	5	-
Chiemsee	950	5/50 *	-
Lac de la Gruyère	57 ha (2014 bekämpft)	Experteneinschätzung (P. Lüthy)	Vectobac G
Magadino-Ebene	270	10 (bei Einsatz meist > 100) Experteneinschätzung (P. Lüthy)	Vectobac G
Thurauen	<< 10	100 Ellikerfeld 200 Farhau	Vectobac G

* 5 Indiv./L = unsensible Flächen ausserhalb Naturschutzgebiet; 50 Indiv./L = sensible Flächen ausserhalb Naturschutzgebiet und Flächen innerhalb Naturschutzgebiet

Die Thurauen weisen im Vergleich zu den in Tabelle 4.1 genannten Gebieten einge Besonderheiten auf, welche die Festlegung der Schwellenwerte für Larvendichten massgeblich beeinflussen. Im wesentlichen sind dies:

- Sehr kleine Brut- resp. Bekämpfungsgebiete im nationalen und internationalen Vergleich (auch signifikant kleiner als Magadino-Ebene oder Lac de la Gruyère)
- nicht vollständige Bekämpfung sondern Bekämpfung der «projektbedingten Mehrbelastung»

4.1 Einsatzgebiet Ellikerfeld

4.1.1 Pegel

Beginn der Larvenüberwachung bei Pegel 346.2 m ü. M.

Begründung: deutliche Ausdehnung der überschwemmten Flächen auch ausserhalb des eigentlichen Altarmes

Einsatz ist möglich wenn:

- Oberflächenwasser ins Gebiet eingedrungen ist, sprunghafter Anstieg des Pegels Bruggloch

Kein Einsatz findet mehr statt wenn:

- wenn im Laufe des Hochwasserereignisses der Pegel 347.95 m ü. M. (Kote ehemaliger Hochwasserschutzdamm) überschritten wurde
- Zum Zeitpunkt des Einsatzes eine oberflächliche Verbindung zum Rhein besteht. ➞ Abschwemmen von Bti in Oberflächengewässer, Verdünnung, Wirksamkeit nicht mehr gegeben
- ein ausserordentliches hydrologisches Ereignis vorliegt, bei welchem zum Zeitpunkt des potentiellen Einsatzes der Pegel 347.0 m ü. M. erreicht oder überschritten ist

4.1.2 Larvendichte

Schwellenwert: 100 Larven/l

- bisheriges Monitoring seit 2007 hat gezeigt, dass regelmässig Larvendichten > 100 Larven/l auftreten können, ohne eine übermässige Mückenbelastung auszulösen. Erst ein Auftreten von Dichten > 100 Larven/l auf einem grossen Teil der Fläche der potentiellen Brutgebiete hat zu einem Mückenjahr geführt.
- Distanz zur Siedlung > 200 m
- Schwellenwert hat sich in den drei Jahren der bisherigen Verfügung für die Bekämpfung der Mehrbelastung als sinnvolle Grösse erwiesen.

4.2 Einsatzgebiet Farhau

4.2.1 Pegel

Beginn der Larvenüberwachung wenn Thur in Altarme eingedrungen ist (Pegel Farhau 345.8 m ü. M. durch Oberflächenwasser verursacht)

- deutliche Ausdehnung der überschwemmten Flächen auch ausserhalb des eigentlichen Altarmes

Einsatz ist möglich wenn:

- Oberflächenwasser ins Gebiet eingedrungen ist
- Pegel 346.0 m ü. M. erreicht oder überschritten wurde

Kein Einsatz findet mehr statt wenn:

- wenn im Laufe des Hochwassereignisses der Pegel 347.0 m ü. M. (Kote ehemaliger Hochwasserschutzdamm) überschritten wurde
- zum Zeitpunkt des Einsatzes eine oberflächliche Verbindung zum Rhein besteht. ➞ Abschwemmen von Bti in Oberflächengewässer, Verdünnung, Wirksamkeit nicht mehr gegeben, Einsatz aus Sicht GSchG, FrsV etc. nicht gegeben
- ein ausserordentliches hydrologisches Ereignis vorliegt, bei welchem zum Zeitpunkt des potentiellen Einsatzes der Pegel 347.0 m ü. M. erreicht oder überschritten ist

4.2.2 Larvendichte

Schwellenwert: 200 Larven/l

- bisheriges Monitoring seit 2007 hat gezeigt, dass regelmässig Larvendichten > 200 Larven/l auftreten können, ohne eine übermässige Mückenbelastung auszulösen. Erst ein auftreten von Dichten > 200 Larven/l auf einem grossen Teil der Fläche der potentiellen Brutgebiete hat zu einem Mückenjahr geführt.
- Distanz zur Siedlung > 1.5 km
- Schwellenwert hat sich in den drei Jahren der bisherigen Verfügung für die Bekämpfung der Mehrbelastung als sinnvolle Grösse erwiesen.

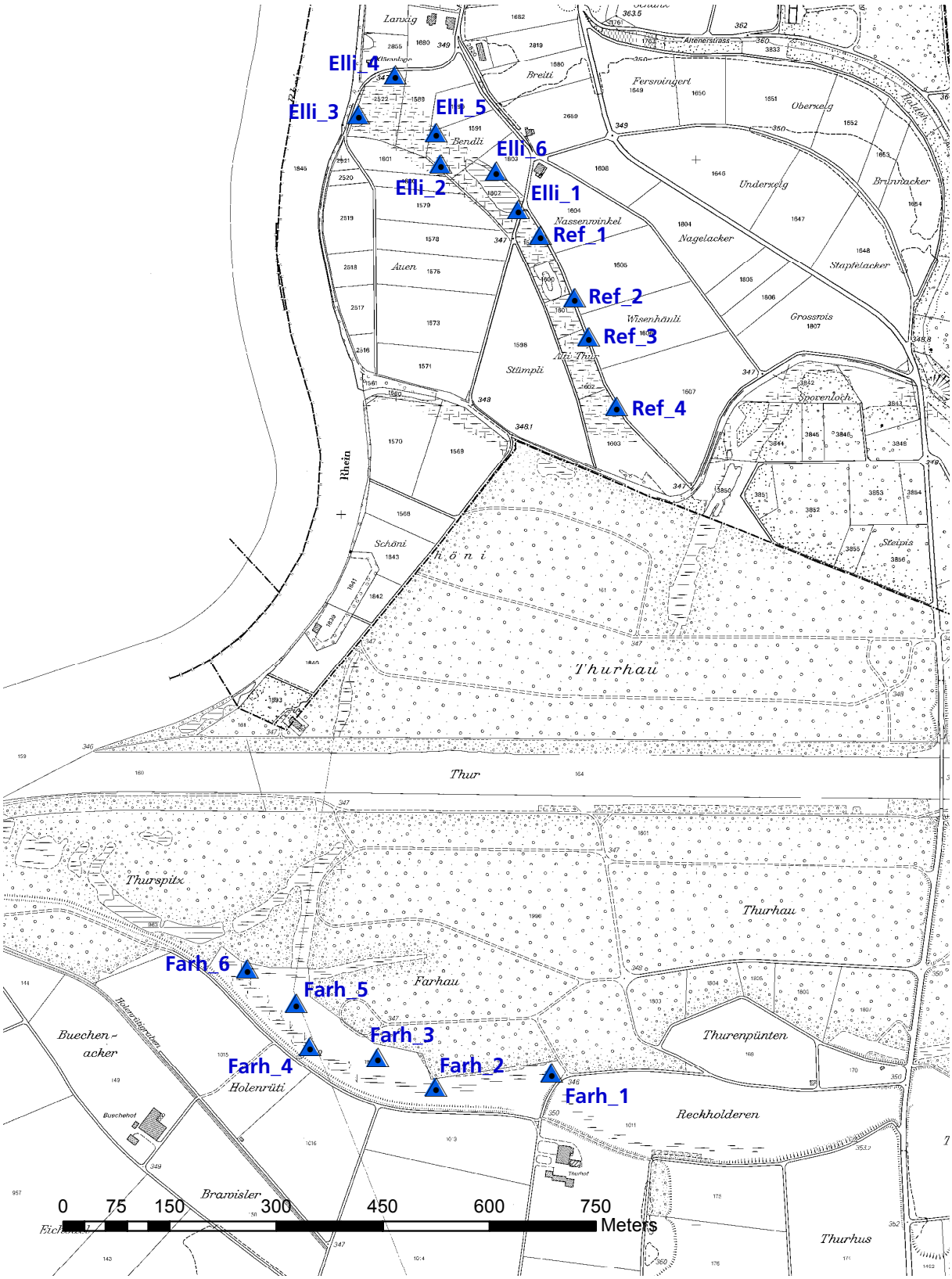


Abb. 5.1: Standorte der Probestellen aus der Schwellenwertüberwachung der Larvendichten.

5 Überwachung Schwellenwerte

Das Vorgehen zur Überwachung der Schwellenwerte soll im Folgenden neu definiert werden. Die Lage der jeweiligen Probestellen ist in Abbildung 5.1 dargestellt.

Zeitraum

Der Zeitraum für die Überwachung der Schwellenwerte beginnt Anfang März des jeweiligen Jahres und dauert bis Ende August. Nach dem August ist eine Überwachung aufgrund der beginnenden Winterruhe der Eier nicht mehr zwingend notwendig. Sollten ausserordentliche meteorologische oder hydrologische Verhältnisse auftreten, die eine Mückenentwicklung erwarten lassen, so wird die Überwachung der Schwellenwerte weitergeführt.

Pegelüberwachung

Ab 1. März werden die Pegel Bruggloch und Farhau kontinuierlich überwacht. Dies geschieht über die eingerichtete Fernabfrage mit Alarmfunktion. Bei einem Überschreiten des Startwertes für die Larvenüberwachung werden die Probenahmen im Feld ausgelöst.

Bei stagnierendem oder sinkendem Pegel werden mind. 2 Probenahmen im Abstand von 2 Tagen durchgeführt. Wird die notwendige Larvenkonzentration nicht erreicht, so wird die Probenahme bis zu einem erneuten Anstieg des Pegels eingestellt.

Bei steigendem Pegel wird die Probenahme im Abstand von 2 Tagen so lange wiederholt, bis der Pegel stagniert oder wieder sinkt. Anschliessend wird wie bei stagnierendem oder sinkendem Pegel weiter gefahren.

Gleichzeitig mit dem Erreichen des Startwertes für die Larvenüberwachung wird die Überprüfung der Bedingung «Oberflächenwasser» ausgelöst und das Erreichen des Schwellenwertes für einen Bti-Einsatz überwacht.

Probestellen und Schöpfproben

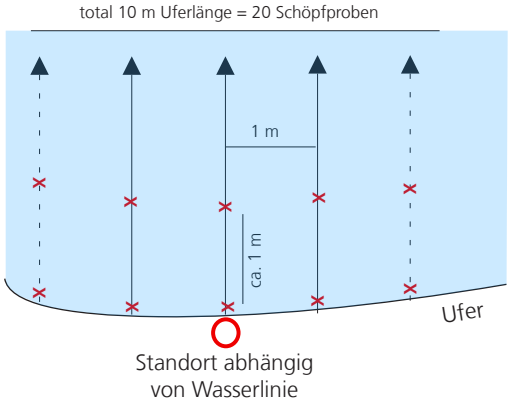
Für die Larvenüberwachung werden jeweils 6 Probestellen gleichmässig entlang der Uferlinie der wasserbedeckten Flächen des Altarmes Ellikon sowie des Altarmes Farhau verteilt. Die Standorte sind eindeutig definiert (Abb. 5.1). Bei der Festlegung der Standorte wurden die aus dem Monitoring bereits bekannten Stellen mit regelmässig hohen Larvendichten berücksichtigt. Weitere Standorte wurden in regelmässigem Abstand ergänzt, um eine repräsentative Aussagen über die flächige Verteilung der Larvendichten zu erhalten.

Pro Probestelle werden jeweils 20 Schöpfproben im ufernahmen Bereich der Überschwemmungsflächen entnommen. Somit ergeben sich pro Überwachungsgebiet 120 Einzelproben, welche auf ihre Konzentration an Mückenlarven untersucht werden. Die Schätzung der Larvendichte im Feld erfolgt gemäss folgender Klassierung:

Tab. 5.1: Dichteklassen Larvendichte [Individuen / Liter]

Dichte 0	Dichte 1	Dichte 2	Dichte 3	Dichte 4	Dichte 5	Dichte 6
0	1 – 10	11 – 50	51 – 100	101 – 200	201 – 1'000	> 1'001

Abb. 5.2: Muster und Verteilung der Schöpfproben pro Standort.



Berechnung der Schwellenwerte

Mit der Berechnung des Schwellenwertes für das jeweilige Einsatzgebiet wird angestrebt, sowohl die räumliche Verteilung der Larvendichten im gesamten Einsatzgebiet als auch die ausgeprägte, kleinräumige Heterogenität der Larvendichten optimal zu berücksichtigen. Für die Bestimmung der Schwellenwertes werden als erstes die 20 Schöpfproben eines Standortes über den Mittelwert der jeweiligen Klasse ungewichtet gemittelt. Damit werden die kleinräumigen Heterogenitäten ausgeglichen. Im Anschluss wird der prozentuale Anteil von Standorten bestimmt, an welchen die definierte Larvendichte erreicht oder überschritten wird. Wird an 5 von 6 Standorten (> 80 % der Standorte) die mittlere Larvendichte von 100 resp. 200 Larven/L überschritten, so gilt der Schwellenwert als erreicht.

Tabelle 5.2 zeigt schematisch diesen Berechnungsweg auf.

Tab. 5.2: Berechnungsschema Schwellenwerte

Standort 1	Schöpfprobe 1 Schöpfprobe 2 ... Schöpfprobe 20	ungewichtetes Mittel **(Wert 1)**
Standort 2	Schöpfprobe 1 Schöpfprobe 2 ... Schöpfprobe 20	ungewichtetes Mittel **(Wert 2)**
...	...	**...**
Standort 6	Schöpfprobe 1 Schöpfprobe 2 ... Schöpfprobe 20	ungewichtetes Mittel **(Wert 6)**

→ %-Anteil Werte 1–6 > Schwellenwert

> 80 % = Einsatz
< 80 % = KEIN Einsatz)

6 Bekämpfung mit Bti

Sind die notwendigen Schwellenwerte (Pegel, Oberflächenwasser, Larvenkonzentration) erreicht, so wird dies der Bewilligungstelle sowie den für die Bekämpfung zuständigen Behörden unverzüglich gemeldet und mit den Untersuchungsergebnissen belegt. Damit wird der Prozess für das Ausstellen der Ausnahmebewilligung für die Bekämpfung ausgelöst.

In den folgenden Abbildungen (Abb 6.1 und 6.2) ist der Ablauf von der Vorbereitung über die Schwellenwert-Überwachung bis zum eigentlichen Bekämpfungseinsatz schematisch dargestellt.

Abbildung 6.3 gibt die Zuständigkeiten und Verantwortlichkeiten des Monitorings sowie der Stechmückenbekämpfung wieder.

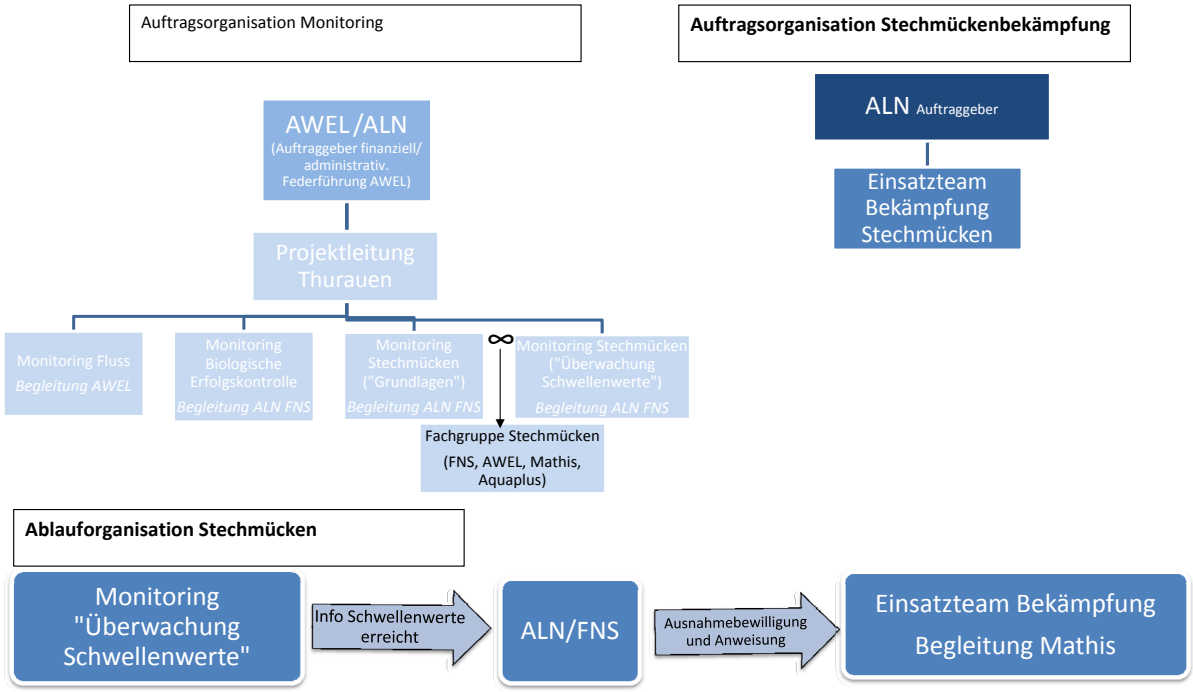


Abb. 6.3: Zuständigkeiten bei einer Bekämfpung mit Bti

6.1 Entscheidungsbaum Altarm Ellikon

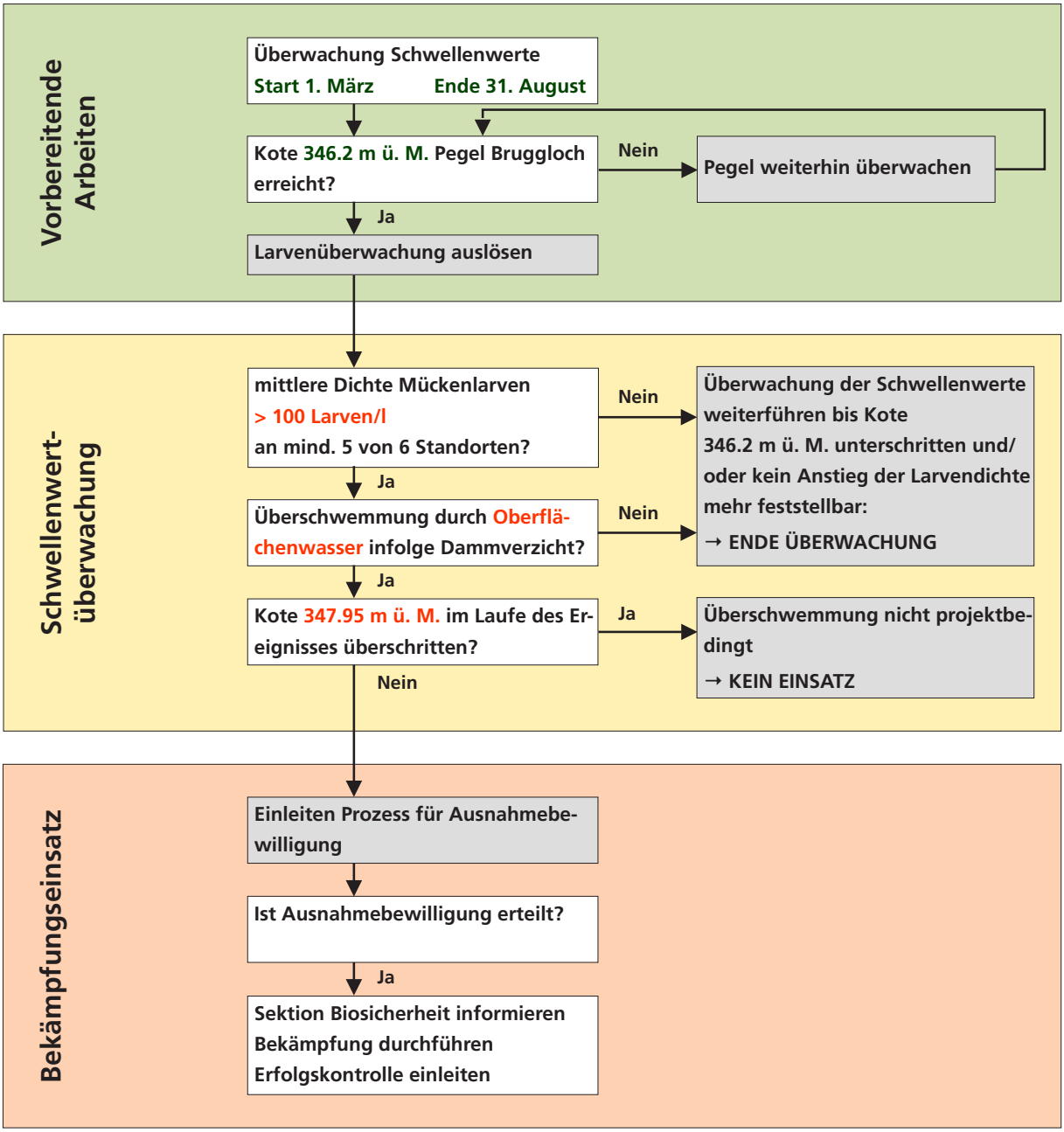


Abb. 6.1: Entscheidungsbaum der Schwellenwertüberwachung (Pegel und Larvendichte) im Altarm Ellikon.

6.2 Entscheidungsbaum Altarm Farhau

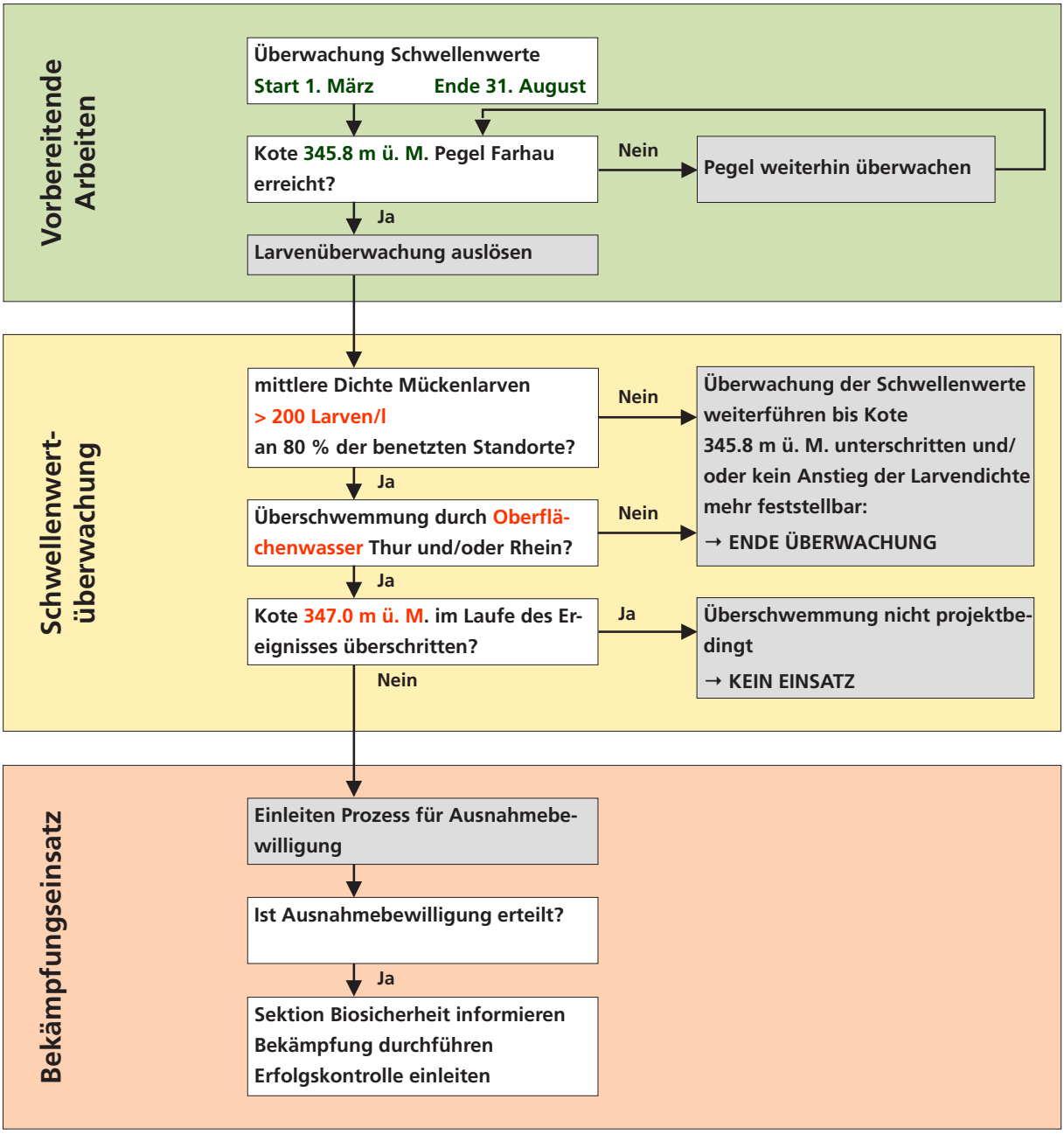


Abb. 6.2: Entscheidungsbaum der Schwellenwertüberwachung (Pegel und Larvendichte) im Altarm Farhau.