



# Automatisierte Suchmissionen zur Waldbrandüberwachung



# Einleitung

Das Jahr 2022 markierte einen bedeutsamen Einschnitt in der Geschichte der Waldbrände in Deutschland. Mit insgesamt 2.397 Bränden, die eine Fläche von rund 3.058 Hektar Wald zerstörten, verdeutlichte es die verheerenden Auswirkungen dieser Naturkatastrophe.<sup>1</sup> Auch die Ereignisse des Jahres 2023, insbesondere der Brand im Jüterboger Wald, der eine Fläche von 730 Hektar verwüstete, unterstreichen erneut die Machtlosigkeit gegenüber dieser gefährlichen Naturgewalt, insbesondere wenn die Lage außer Kontrolle gerät.<sup>2</sup>

Die Lage im Jüterboger Wald war jedoch besonders und zeigt mit welchen Schwierigkeiten Einsatzkräfte besonders in den Sommermonaten zu kämpfen haben.

Zum einen war das Gebiet mit Munition belastet, was ein erhöhtes Sicherheitsrisiko für die Einsatzkräfte darstellte und die Löscharbeiten behinderte. Zum anderen kamen die Einschränkungen beim Überblicken der Lage vor Ort aufgrund der Sicherheitsbedenken. Dies führte dazu, dass verstärkt auf den Einsatz von Luftunterstützung gesetzt wurde, um Brände aus der Luft zu löschen, aber auch um bei der Lokalisierung von noch aktiven Brandherden während der Ausbreitungsphase zu unterstützen.<sup>3</sup> Trotzdem entfachten sich die Flammen ständig erneut und der Waldbrand dauerte fast 2 Wochen an.<sup>4</sup>

Der Einsatz im Jüterboger Wald zeigt, wie wichtig Luftunterstützung ist. Es ist eindeutig, dass sowohl präventive Maßnahmen als auch eine effektive Aufklärung während der Brandbekämpfung dazu beitragen können, Gefahren frühzeitig zu erkennen und die Ausbreitung von Großbränden zu verhindern. Um dieses Ziel zu erreichen, bedarf es jedoch einer verstärkten Nutzung moderner Einsatzmittel, die analoge Methoden ablösen. Angesichts des jährlichen Potenzials für erneute Großbrände ist es unerlässlich, dass dieser Wandel jetzt stattfinden muss.

<sup>1</sup> Vgl. BMEL. (2022). Waldbrandstatistik 2022. <https://www.bmel-statistik.de/forst-holz/waldbrandstatistik>, [23.02.2024]

<sup>2</sup> Vgl. Deutschlandfunk. (2023, 11.06.). Waldbrand bei Jüterbog: Großschadenslage aufgehoben. <https://www.deutschlandfunk.de/waldbrand-bei-jueterbog-grossschadenslage-aufgehoben-102.html>, [23.02.2024]

<sup>3</sup> Vgl. rbb24 Brandenburg aktuell. (06.06.2023). <https://www.rbb24.de/panorama/beitrag/2023/06/waldbrand-jueterbog-altlasten-munition-brandenburg.html>, [23.02.2024]

<sup>4</sup> Vgl. Deutschlandfunk. (2023, 11.06.).

# Zusammenfassung

Die frühzeitige Detektion von Waldbränden sowie neu entstehenden Glutnestern ist von entscheidender Bedeutung, um potenzielle Schäden zu minimieren und effektive Maßnahmen zur Brandbekämpfung einzuleiten. Trotz der Fortschritte in der Verwendung moderner Einsatzmittel zur Brandbekämpfung, bleiben die aktuellen Methoden zur Überwachung von Waldbränden besonders in der Ausbreitungsphase unzureichend, was oft zu verzögerter Reaktion auf Gefahren und ineffizienter Nutzung der verfügbaren Ressourcen führt.

Infolgedessen wird der Einsatz neuer, innovativer Ansätze zur frühzeitigen Erkennung von Waldbränden als dringend erforderlich angesehen.

Dieses vorliegende Informationspapier untersucht die weitreichenden Folgen, die durch das verzögerte Erkennen von Waldbränden entstehen und evaluiert Vorteile einer Softwarelösung, mit welcher Drohnen effektiver in der Waldbrandüberwachung eingesetzt werden können, mit dem Ziel:

- **Kosten bei Vegetationsbrandeinsätzen zu sparen**
- **Die Sicherheit der Einsatzkräfte zu erhöhen**
- **Waldflächen zu schützen**
- **Reaktionszeit auf Gefahren zu erhöhen**

# Wie geraten Waldbrände außer Kontrolle?

Die Entstehung von Waldbränden wird in weit über 90% der Fälle auf menschliches Handeln zurückgeführt, wobei dies sowohl durch fahrlässiges als auch vorsätzliches Verhalten geschehen kann. Insbesondere stellt jedoch dabei Brandstiftung einer der häufigsten Ursachen dar. Natürliche Brandereignisse, wie beispielsweise durch Blitzeinschläge ausgelöste Brände, machen nur einen geringen Anteil aus.<sup>5</sup>

Zusätzlich trifft in den Sommermonaten Feuer auf bereits ausgetrocknete Vegetation, was die Ausbreitung begünstigt und zu einem raschen Übergang von einem kleinen Glutnest zu einem großflächigen Waldbrand führen kann.

In Deutschland sind im Jahresdurchschnitt besonders in Brandenburg die größten Waldbrände zu erwarten,<sup>6</sup> speziell da Brandenburg durch ein ausgedehntes Kiefernorkommen von ca. 70% aller Bäume gekennzeichnet ist.<sup>7</sup> Kiefernwälder gelten aufgrund ihrer Eigenschaften als besonders brandanfällig und trocknen stärker aus als Laubwälder, wodurch das Feuer auf mehr Brennmaterial trifft und sich schneller ausbreitet.<sup>8</sup>

Sofern ein Waldbrand ausbricht, ist Zeit der entscheidende Faktor. Eine frühzeitige Entdeckung ermöglicht eine schnelle Reaktion der Einsatzkräfte und den Schutz von Wäldern. Stetige Lageupdates spielen eine zentrale Rolle. Doch oft gibt es Verzögerungen, weil genaue Informationen über den Brand nicht schnell genug an die Einsatzkräfte weitergegeben werden und eine effektive Bekämpfung des Brandes behindert wird. Deshalb ist eine effektive Kommunikation und die Übermittlung relevanter Daten an die Einsatzkräfte von entscheidender Bedeutung, um eine optimale Reaktionszeit und eine erfolgreiche Brandbekämpfung zu gewährleisten.<sup>9</sup>

Jedoch wurde sich in der Vergangenheit zu häufig auf die Beschaffung von Einsatzmitteln zur Brandbekämpfung, anstatt zur Prävention oder Überwachung gesetzt. Es ist eindeutig dass die Brandbekämpfung entscheidend ist, doch Mittel um Großbrände zu verhindern oder kleine Brände schneller zu erkennen sollten genauso wichtig sein.

<sup>5</sup> Vgl. WWF. Verbrannte Erde – Unsere Wälder in Flammen. <https://www.wwf.de/themen-projekte/waelder/waldbraende>, [23.02.2024]

<sup>6</sup> Vgl. BMEL. (2022). Waldbrandstatistik 2022.

<sup>7</sup> Vgl. MLUK Brandenburg. (2015). Wälder Brandenburgs. [https://forst.brandenburg.de/sixcms/media.php/9/LWI\\_Broschuere2015.pdf](https://forst.brandenburg.de/sixcms/media.php/9/LWI_Broschuere2015.pdf), [23.02.2024]

<sup>8</sup> Vgl. WWF. Waldbrände weltweit. (2022, 18.07). <https://www.wwf.de/themen-projekte/waelder/waldbraende/waldbraende-weltweit>, [23.02.2024]

<sup>9</sup> Vgl. Thüringer Ministerium für Inneres und Kommunales. (2024, Mai). Handbuch Vegetationsbrandbekämpfung Ausgabe 1.0. [https://innen.thueringen.de/fileadmin/staats\\_und\\_verwaltungsrecht/Brandschutz/Handbuch\\_Vegetationsbrandbekaeempfung\\_Online\\_Druck.pdf](https://innen.thueringen.de/fileadmin/staats_und_verwaltungsrecht/Brandschutz/Handbuch_Vegetationsbrandbekaeempfung_Online_Druck.pdf), [23.02.2024]

# Waldbrandüberwachung steigt an Relevanz

Wenn Waldbrände ausbrechen, sind schnelle Erkennung von Gefahrenquellen und ein Überblick über die aktuelle Situation von essenzieller Bedeutung. Nur so können Gegenmaßnahmen zügig eingeleitet und größere Waldflächen geschützt werden.<sup>10</sup>

Die Bewertung des Ausmaßes des Feuers und die Identifizierung von Zugangswegen für die Bekämpfung sind dabei wesentlich, bevor Unterdrückungsmaßnahmen des Brandes eingeleitet werden können. Hierfür wird bereits auf die bewährte Lageerkundung vor Ort zurückgegriffen, welche dazu dienen soll, so viele Informationen wie nur möglich zusammen zu tragen, bevor mit der Waldbrandbekämpfung begonnen wird. Die Lageerkundung eines Waldbrandes unterteilt sich laut Innenministerium Thüringen dabei in 4 Phasen.<sup>11</sup>

1. Frontalansicht des Schadenobjektes
2. Befragung von beteiligten Personen
3. Rundumerkundung/Gesamtansicht
4. Zugangsmöglichkeiten/Zuwegungen<sup>12</sup>

Erst wenn diese Informationen bekannt sind, sollte mit der Brandbekämpfung begonnen werden. Diese Vorgehensweise trägt auch zur Sicherheit der Einsatzkräfte bei.<sup>13</sup>

Eine der wichtigsten Fragen ist hierbei jedoch die Lokalisierung der Brandstellen. Dies ist jedoch aufgrund ungenauer Angabe bei der Alarmmeldung oft erschwert.<sup>14</sup>

<sup>10</sup> Vgl. Thüringer Ministerium für Inneres und Kommunales. (2024, Mai). Handbuch Vegetationsbrandbekämpfung Ausgabe 1.0. S. 39

<sup>11</sup> Ebd.

<sup>12</sup> Thüringer Ministerium für Inneres und Kommunales. (2024, Mai). Handbuch Vegetationsbrandbekämpfung Ausgabe 1.0. S. 39

<sup>13</sup> Vgl. Thüringer Ministerium für Inneres und Kommunales. (2024, Mai). Handbuch Vegetationsbrandbekämpfung Ausgabe 1.0. S. 39

<sup>14</sup> Ebd.

# Die Schwierigkeiten der traditionellen Lageerkundung

Die traditionelle Methode der Waldbrand Lageerkundung, die auf der Meldung neuer Brandherde oder Veränderungen im Brandgeschehen durch menschliche Beobachtung und Begehung vor Ort basiert, zeigt zunehmend ihre Grenzen auf.

So bringen sich die Einsatzkräfte vor Ort selbst in Gefahr oder treffen falsche Entscheidung basierend auf der teilweise mangelhaften Informationslage.

Eine Untersuchung von Waldbränden und Einsatzberichten von Feuerwehren verdeutlicht, dass diese Herangehensweise oft zu langsam ist und somit ein erhebliches Risiko für die Einsatzkräfte darstellt. So sollten Brände im besten Fall spätestens eine Stunde nach entstehen des Brandes lokalisiert und gestoppt werden, damit sie sich maximal auf 1ha ausbreiten. Dies ist jedoch in den meisten Fällen durch die schwere Zugänglichkeit des Geländes oder durch Sicherheitsbedenken nicht möglich.<sup>15</sup>

Neue Satellitentechnik ermöglicht es jedoch Waldbrände aus dem Weltall zu erkennen und zu kartieren.<sup>16</sup> Jedoch ist die Überflugs Frequenz mit 2 Überflügen pro Tag über das betroffene Waldgebiet und eine Auflösung von nur mehreren 100 Metern bei einer dynamischen Lage wie die eines Waldbrand noch zu gering, um qualitative Daten zu liefern.<sup>17</sup>

Deshalb wird verstärkt auf die Aufklärung aus der Luft gesetzt. So werden bereits Flugzeuge oder Helikopter mit Kamerasystemen ausgestattet, mit welchen sie hochauflösend Brandstellen lokalisieren und weitergeben können.<sup>18</sup> Jedoch sind diese entweder zu teuer im Betrieb oder in der Nähe nicht verfügbar, was zu einer wachsenden Präferenz für die kostengünstige und weit verbreitete Alternative von Drohnen führt

<sup>15</sup> Vgl. Michael Müller. (2020). Waldbrände in Deutschland – Teil 3. [https://tu-dresden.de/bu/umwelt/forst/wb/waldschutz/ressourcen/dateien/publikationen/dateien/Mueller\\_2020-Waldbrand\\_3.pdf](https://tu-dresden.de/bu/umwelt/forst/wb/waldschutz/ressourcen/dateien/publikationen/dateien/Mueller_2020-Waldbrand_3.pdf), [23.02.2024]

<sup>16</sup> Vgl. European Commission. Emergency Management Service. [https://effis.jrc.ec.europa.eu/apps/effis\\_current\\_situation](https://effis.jrc.ec.europa.eu/apps/effis_current_situation), [23.02.2024]

<sup>17</sup> Vgl. NASA. (2024, 15.02.). FIRMS Frequently Asked Questions: How often are the active fire data acquired? <https://www.earthdata.nasa.gov/faq/firms-faq>, [23.02.2024]

<sup>18</sup> Vgl. NDR. (2023, 16.06). Zwei Flugzeuge zur Waldbrand-Früherkennung im Einsatz. [https://www.ndr.de/nachrichten/niedersachsen/lueneburg\\_heide\\_unterelbe/Zwei-Flugzeuge-zur-Waldbrand-Fruherkennung-im-Einsatz,waldbrandgefahr302.html](https://www.ndr.de/nachrichten/niedersachsen/lueneburg_heide_unterelbe/Zwei-Flugzeuge-zur-Waldbrand-Fruherkennung-im-Einsatz,waldbrandgefahr302.html), [23.02.2024]

# Drohnen – Eine neue Perspektive

Drohnen haben sich in den letzten Jahren maßgeblich weiterentwickelt. Sie spielen nun eine wichtige Rolle im Bevölkerungsschutz und werden von allen wichtigen Organisationen eingesetzt. Darunter zählen unter anderen Feuerwehren, THW, DRK, DLRG.<sup>19</sup>

Anfänglich wurden sie noch unterschätzt, doch ihre Einsatzfelder haben sich maßgeblich weiterentwickelt und reichen nun von Vermisstensuche, Rehkitzsuche bis hin zu Waldbrandeinsätzen. Einsatzkräfte müssen sich dabei nicht mehr auf die kostspielige und langdauernde Bodenbegehung beschränken, sondern erhalten nun ein Überblick aus der Luft.<sup>20</sup>

Moderne Drohnen machen dies möglich. Sie kommen ausgestattet mit Kameraeinheiten, welche ein hochauflösendes Bild des Einsatzgebietes direkt an den Drohnenpiloten senden. Damit müssen sich Einsatzkräfte nicht mehr selbst in Gefahr bringen und es wird wichtige Zeit gespart.<sup>21</sup>

---

<sup>19</sup> Vgl. BBK. (2024, Februar). Empfehlungen für Gemeinsame Regelungen zum Einsatz von Drohnen im Bevölkerungsschutz – EGRED 2 –. Seite 11-12.  
[https://www.bbk.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/Mediathek/Publikationen/Krisenmanagement/EGRED2.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=17](https://www.bbk.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/Mediathek/Publikationen/Krisenmanagement/EGRED2.pdf?__blob=publicationFile&v=17), [23.02.2024]

<sup>20</sup> Ebd.

<sup>21</sup> Vgl. BBK. (2024, Februar). Empfehlungen für Gemeinsame Regelungen zum Einsatz von Drohnen im Bevölkerungsschutz – EGRED 2 –. Seite 13.



# Drohnen – Ein wichtiges Werkzeug in der Waldbrandüberwachung

„Der frühzeitige Einsatz von Drohnen oder des Polizeihubschraubers (sofern verfügbar) zur Erkundung ist zu empfehlen.“<sup>22</sup> Durch ihre Fähigkeit, Glutnester zu erkennen und georeferenzierte Daten zu sammeln, tragen sie maßgeblich zur Kartierung und Identifizierung von Brandherden bei. Insbesondere während nächtlicher Einsätze bieten Drohnen den Vorteil, eine verbesserte Sicht auf die Brandstellen zu ermöglichen und andere Luftunterstützungen nicht zu behindern. Die gewonnenen Daten werden dabei an den Einsatzleiter weitergegeben, welcher basierend darauf Einsatzkräfte gezielt einsetzen kann.<sup>23</sup>

Drohnen ermöglichen des Weiteren eine schnelle Erfassung der Gesamtsituation und tragen somit zu einer verbesserten Lageeinschätzung bei. Sie schützen Mitarbeiter, indem sie in gefährliche oder schwer zugängliche Bereiche vordringen können, die für Hubschrauber unerreichbar sind. Dank ihrer Fähigkeit, niedrig zu fliegen und auch in engen Räumen zu navigieren, liefern Drohnen präzise Informationen, die eine informierte Entscheidungsfindung ermöglichen.<sup>24</sup>

Die Übertragung von Livebildern erfolgt in Echtzeit per Funk zum Drohnenpiloten, von wo aus sie direkt an die Einsatzleitung weitergeleitet werden können. Alternativ können die Daten auch nach der Landung über SD-Karten zur manuellen Auswertung an die Einsatzleitung übergeben werden, welcher darauf basierend Entscheidungen treffen kann.<sup>25</sup>

In Deutschland existieren bereits über 531 Drohneneinheiten, welche mit mehr als 769 Drohnen derzeit ein breites Spektrum an Aufgaben abdecken. So werden sie bereits erfolgreich zur Erkennung von Glutnestern und Unterstützung in der Waldbrandbekämpfung eingesetzt.<sup>26</sup>

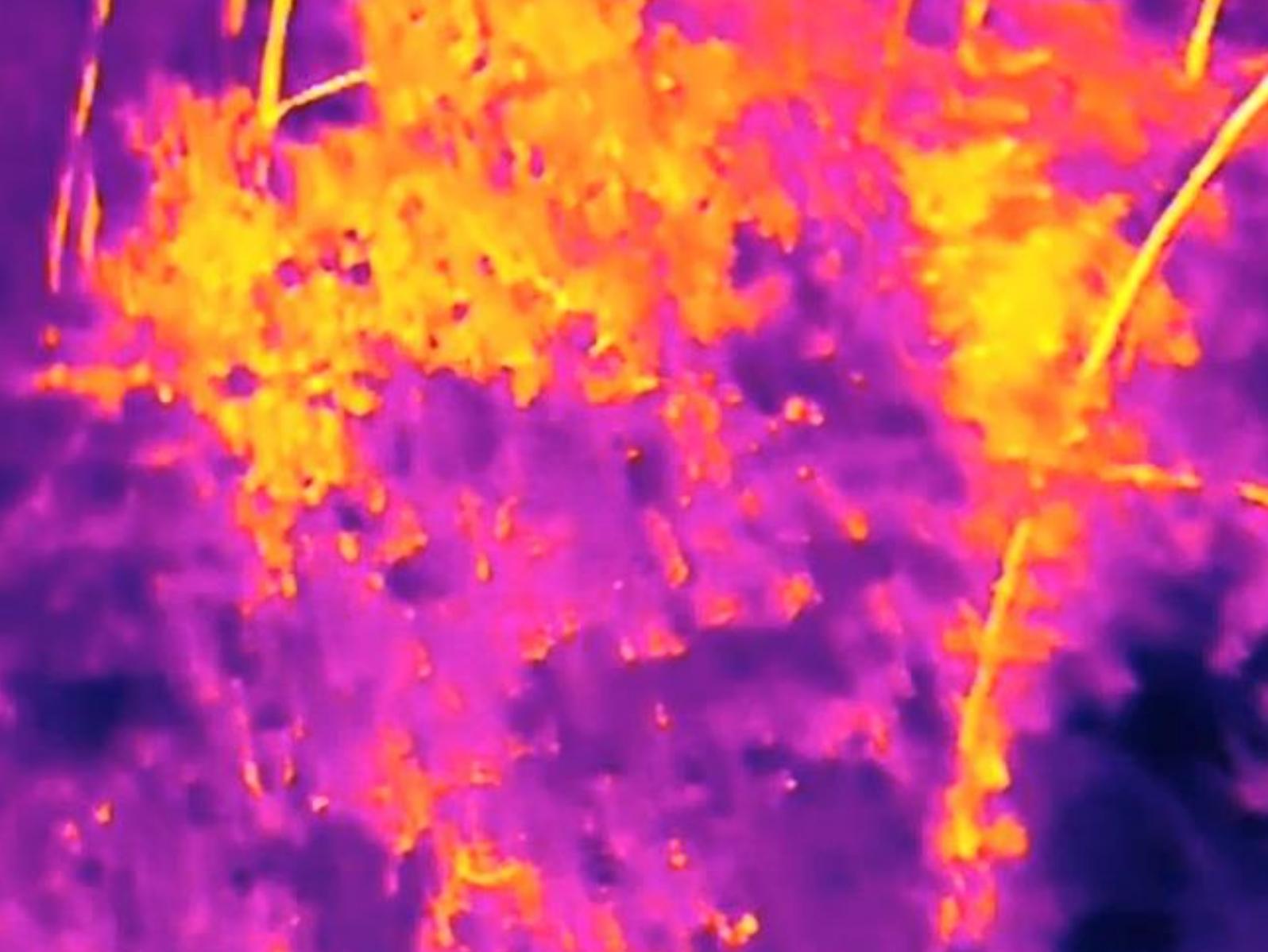
<sup>22</sup> Thüringer Ministerium für Inneres und Kommunales. (2024, Mai). Handbuch Vegetationsbrandbekämpfung Ausgabe 1.0, S. 40

<sup>23</sup> Vgl. European Commission. (2023, 04.11). Forest Fires in Europe, Middle East and North Africa 2022. Seite 50-51. [https://effis-gwis-cms.s3.eu-west-1.amazonaws.com/effis/reports-and-publications/annual-fire-reports/Annual\\_Report\\_2022\\_final\\_231117\\_online.pdf](https://effis-gwis-cms.s3.eu-west-1.amazonaws.com/effis/reports-and-publications/annual-fire-reports/Annual_Report_2022_final_231117_online.pdf). [23.02.2024]

<sup>24</sup> Vgl. DJI. (2020, 13.12). Drohnen Bekämpfen Waldbrände auf Vier Arten. <https://enterprise-insights.dji.com/de/blog/drohnen-bekampfen-waldbrande-auf-vier-arten>, [23.02.2024]

<sup>25</sup> Vgl. Michael Kölsch. (2021, November). Drohnen im Brand- und Katastrophenschutz. Seite 51,53. <https://www.feuerwehr-winnweiler.de/wp-content/uploads/2021/11/Drohnen-im-Brand-und-Katastrophenschutz-2021-Handout.pdf>, [23.04.2024]

<sup>26</sup> Vgl. BOS-Drohneneinheit e.V. (2024, Februar). BOS Drohneneinheiten – Deutschland. <https://drohneneinheit.de/einheiten/>, [23.02.2024]

A thermal image of a forest fire, showing bright yellow and orange flames against a dark background. The fire is concentrated in the upper half of the image, with some smaller spots of heat visible in the lower half. The overall scene is a dense forest of trees, with the fire spreading through the canopy and branches.

## Waldbrände müssen früher erkannt werden

Auch wenn Drohnen die Lageerkundung verbessern, führen Prozesse wie die zeitaufwendige Livebildsichtung, die Lokalisierung potenzieller Brandherde oder die Übertragung von Drohnenbildern mittels SD-Karten zu erheblichem Zeitverlust. Oft bleiben die umfangreichen Rohdatenmengen an Bilddaten, die dabei generiert werden, unvollständig ausgewertet, da geeignete Analysewerkzeuge fehlen oder erst nach Beendigung des Fluges verfügbar sind. Dies führt dazu, dass ein beträchtliches Analysepotenzial im Zusammenhang mit der Brandbekämpfung ungenutzt bleibt.

# Anforderung an eine effektivere Überwachung von Waldbränden mittels Drohnen

Die vorliegende Analyse adressiert die Anforderungen, die erforderlich sind, um die Effizienz der drohnengestützten Waldbrandüberwachung zu verbessern. In diesem Kontext werden sowohl die Notwendigkeit einer verbesserten Auswertung der Bilddaten als auch die Implementierung autonomer Flugpläne und die Berücksichtigung von Datenschutzbedenken untersucht. Basierend auf diesen Erkenntnissen werden Handlungsempfehlungen abgeleitet, um die Wirksamkeit und Effektivität der Überwachungsmaßnahmen zu steigern und gleichzeitig die Integrität und Sicherheit der gesammelten Daten zu gewährleisten.

## 1. Suchmissionen benötigen erfahrenen Piloten

Suchmissionen im behördlichen Sektor erfordern eine schnelle Datensammlung über ein großes Gebiet in möglichst kurzer Zeit, um Gefahren rechtzeitig zu erkennen. Diese Flüge werden meist von erfahrenen Drohnenpiloten durchgeführt. In manchen Fällen werden jedoch auch schon autonome Drohnenflüge verwendet, wo der Pilot den Flug nur noch überwachen muss und die Drohne selbständig fliegt. Herkömmliche autonome Drohnenflüge sind jedoch oft dafür nicht geeignet, da ihr Fokus auf der präzisen Erfassung von Bilddaten liegt und ihre maximale Geschwindigkeit deshalb limitiert ist. Stattdessen sind schnelle Informationsaufnahmen und intelligente Reaktion auf Gegebenheiten erforderlich, um potenzielle Gefahren zeitnahe zu identifizieren und an die Einsatzleitung weiterzugeben.

**Handlungsempfehlung:** Empfohlen wird die Nutzung autonomer Flugplanungssysteme, welche die aktuelle Lage erkennen und gezielt potenzielle Gefahrengebiete erkunden. So kann das patrouillieren bestimmter Gebiete autonom durchgeführt werden und zur Früherkennung von Bränden beitragen, was die Arbeitslast des Drohnenpiloten reduziert.

## 2. Datenauswertung benötigt ein geschultes Auge:

Während der Bekämpfung von Waldbränden überwachen Drohnenpiloten den Live-Video-Stream der Drohne aktiv, um Rauch oder Flammen zu erkennen. Diese Tätigkeit erfordert hohe Konzentration, da potenzielle Brandherde schnell identifiziert werden müssen. Der Prozess ist zeitaufwendig und anfällig für Fehler, insbesondere bei kleinen Brandherden, die auf den Bildschirm mit dem menschlichen Auge leicht übersehen werden können. Zudem stellt die genaue Georeferenzierung der Brände eine Herausforderung dar, da die GPS-Koordinaten meist nur kurz im Live-Stream erscheinen, bzw. nur erschwert zu bestimmen sind.

**Handlungsempfehlung:** Das BBK-Bevölkerungsschutz weist bereits auf automatisierte Systeme mit künstlicher Intelligenz hin, um Bilddaten zu analysieren und für Nutzer verständlich aufzubereiten.<sup>27</sup> Die Digitalisierung dieser Daten bietet die Möglichkeit einer schnelleren Identifizierung sowie Georeferenzierung von Bränden und Glutnestern durchzuführen. Gleichzeitig führt sie zu einer Entlastung von mühseliger manueller Arbeit.

### 3. Große Waldgebiete brauchen die passende Technik

In der aktuellen Praxis erfolgt die Überwachung von Waldbränden üblicherweise mittels einer Drohne durch einen einzigen Bediener. Die Erkundung kleinerer Brandgebiete ist möglich, stößt jedoch an Grenzen bei der Erfassung größerer Flächen aufgrund der begrenzten Reichweite der Drohne. Die wiederholten Landungen zur Akkuaufladung führen zu Zeitverlusten und beeinträchtigen die Effizienz der Überwachung, was die frühzeitige Erkennung von Brandherden in größeren Gebieten einschränkt.

**Handlungsempfehlung:** Die effiziente Lösung für dieses Problem besteht in der Nutzung einer Drohnenflotte, die von einem erfahrenen Operator kommandiert wird. Die Aufgaben werden auf mehrere Drohnen verteilt, was eine bessere Abdeckung des Gebiets ermöglicht. Jede Drohne konzentriert sich auf einen spezifischen Bereich, was zu einer schnelleren Identifizierung potenzieller Brandherde führen kann, insbesondere in größeren Suchgebieten.

### 4. Datenschutz und Möglichkeit der Nutzung in Gebieten ohne Internet

Die DSGVO regelt den Datenschutz in Deutschland, auch bei behördlichen Einsätzen.<sup>28</sup> Cloud-Anbieter ermöglichen die schnelle Auswertung von Bilddaten, doch die Einhaltung von Datenschutzstandards und der Ort der Datenspeicherung sind nicht immer eindeutig. Dies wirft Sicherheitsbedenken auf, besonders in behördlichen Kontexten, wo maximale Datenschutz- und Compliance-Anforderungen gelten.

**Handlungsempfehlung:** Durch eine ausschließlich lokale, automatisierte Auswertung wird sowohl der Datenschutz als auch die Unabhängigkeit von Internetanbietern gewährleistet. Selbst in Gebieten mit eingeschränkter Internetverfügbarkeit bliebe solch ein System funktionsfähig. Dadurch werden nicht nur Datenschutzaspekte berücksichtigt, sondern auch die Robustheit und Zuverlässigkeit des Systems verbessert, insbesondere unter schwierigen Infrastrukturbedingungen.

<sup>27</sup> BBK. (2023, November). Drohnen im Bevölkerungsschutz. S. 30-31.  
[https://www.bbk.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/Mediathek/Publikationen/BSMAG/bsmag-23-04.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=2](https://www.bbk.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/Mediathek/Publikationen/BSMAG/bsmag-23-04.pdf?__blob=publicationFile&v=2), [23.02.2024]

<sup>28</sup> Vgl. BBK. (2024, Februar). Empfehlungen für Gemeinsame Regelungen zum Einsatz von Drohnen im Bevölkerungsschutz – EGRED 2 –. Seite 23-24.

# TRID Systems autonome Drohnenlösung in der Waldbrandüberwachung

TRID Systems hat eine Softwarelösung entwickelt, die sich auf die automatisierte Erkennung und Überwachung von Waldbränden spezialisiert, insbesondere während der Ausbreitungsphase. Sie wurde entwickelt um die genannten Anforderungen zu erfüllen. Ihr Fokus liegt darauf, die Effizienz der Waldbrandüberwachung zu optimieren, während gleichzeitig eine erhöhte Zugänglichkeit und Kosteneffizienz gewährleistet werden sollen. Mit der Lösung sollen besonders Drohnenpiloten angesprochen werden, welche aus ihren Drohnenflügen noch mehr Informationen erhalten wollen. Diesen bietet sie ein ganzheitliches Leistungsspektrum, das von der automatisierten Flugplanung, präzisen Flugausführung und der Erkennung potenzieller Brandereignisse durch den Einsatz fortschrittlicher künstlicher Intelligenz unterstützt wird. Zentralisiert werden diese Funktionalität in einer Laptop Anwendung, die eine nahtlose Verwaltung und Überwachung ermöglicht.

Durch die Integration in bereits vorhandene Abläufe von Drohnenpiloten ist es dabei möglich, dass sowohl im manuellen Flug als auch mit TRID's autonomer Flugplanung, alle Vorteile der Software genutzt werden können.



# Die Technologie dahinter

Im Feuerwehreinsatz befinden sich bereits zu ein großen Teil Drohnen des Marktführers DJI.<sup>29</sup> Diese zeichnen sich durch ihre Robustheit und Einfachheit in ihrer Verwendung aus. Verfügbar sind sie in verschiedenen Größen, so wie mit verschiedener Ausstattung. DJI-Drohnen wurden dabei bereits auf ihre Fähigkeit im Waldbrandeinsätzen getestet und sind zuverlässig in der Lage mittels Thermalkameras Brandstellen und Glutnester zu erkennen.<sup>30</sup>

TRID's Software ist kompatibel mit allen modernen Drohnen, insbesondere M3T, M30T und M300/M350. Besonders entscheidend ist bei diesen Drohnen die Verfügbarkeit einer Thermalkameraausstattung, mit den Brandstellen auch unter Baumkronen erkennbar sein können.

Mit TRID's Software können diese Drohnen autonom fliegen, Bilder sammeln und diese zur Auswertung an die Laptop Anwendung senden. Alles verläuft über die bereits erprobte Hardware von DJI welches die Flugsicherheit im Vergleich zu der Verwendung mancher wenig erprobter Kleinstserien von anderen Drohnenherstellern erhöht.

## Die Laptop Anwendung

Die Waldbrandanwendung ist das zentrale Steuerelement der Software. Auf dieser lassen sich Suchgebiete planen, Drohnen überwachen, gefundene Brandstellen analysieren und 2D Karten des Brandgebietes automatisch erstellen. Dies ist auch der Ort, wo die Analyse der gesammelten Bilddaten mittels KI stattfindet.

Um die Software zur Waldbrandüberwachung einzusetzen, muss jegliche das entsprechende Waldgebiet mittels eines Polygons auf der Karte eingezeichnet werden.



Nach der Bestätigung aller Daten fliegen die verfügbaren Drohnen automatisch los und suchen das markierte Gebiet selbständig ab.

<sup>29</sup> Vgl. BOS-Drohneinheit e.V.. (2024, Februar). BOS Drohneinheiten – Deutschland.

<sup>30</sup> Vgl. DJI. Wenn Felder durch Hitze in Brand geraten. <https://enterprise.dji.com/de/news/detail/when-heat-sets-fields-on-fire>, [23.02.2024]



Dabei werden automatisch Fotos erstellt, welche dann mittels KI auf potenzielle Brandstellen ausgewertet werden.



Sofern eine Feuerstelle erkannt wurde, erstellt ein intelligenter Algorithmus im Hintergrund eine Brandvorhersage, welches die Ausbreitungsrichtung des Brandes bei nicht einschreiten vorhersagt.



Abschließend erfolgt die Georeferenzierung der Bilder, wobei eine Echtzeit-Zusammensetzung zu einer umfassenden Karte während des Fluges stattfindet. Dies resultiert in einem vollständigen Echtzeit Lagebildes des betroffenen Waldbrandgebietes, das eine präzise Zuordnung der Brandstellen ermöglicht und somit eine verbesserte Situationsbewertung und -koordination ermöglichen kann.

## **TRID's intelligente Flugplanung**

TRID hat eine intelligente Flugplanungssoftware entwickelt, die darauf ausgelegt ist, effiziente autonome Flugrouten für den Einsatz bei Waldbränden zu berechnen. Diese Routen können flexibel auf starke Höhenunterschiede reagieren und potenzielle Gefahren wie Rauchsäulen, sowie nahende Helikopter und Flugzeuge erkennen und ihnen ausweichen. Des Weiteren plant die Software automatisch Patrouillenflüge basierend auf der verfügbaren Akkuleistung und führt diese selbständig aus.

## **TRID's Branderkennungs-KI**

TRID verwendet fortschrittliche KI-Algorithmen, um selbst kleinste Brandstellen zu erkennen, auszuwerten und direkt für den Anwender anzuzeigen. Zur Erkennung wird jegliche die Thermal und Farbbildkamera der Drohne verwendet. Der für die KI nötige Datensatz wurde auf einer großen Anzahl von Referenzbildern mit Brandstellen trainiert, um höchstmögliche Erkennung von Brandstellen selbst in dichten Wäldern zu erreichen.

Durch die Verwendung der Branderkennungs-KI wird der Fokus des Nutzers von der Analyse aller Rohdaten nur noch zur Sichtung relevanter Erkennung verschoben.

Damit bleibt mehr Zeit für Entscheidungen, anstatt mühselig analysieren zu müssen.

Außerdem wird durch die lokale Auswertung der Bilddaten kein externer Server benötigt, welches den Datenschutz garantiert, offline funktioniert und sicherstellt, dass keine Bilddaten auf externen Servern gespeichert werden.

Erste Demonstrationen haben gezeigt, dass die Branddetektions-KI in der Lage ist, eine kleine Kerze aus einer Entfernung von über 100 Metern zuverlässig zu erkennen und ungewöhnliche Wärmeentwicklung unter dichten Baumkronen zu identifizieren. Des Weiteren konnte eine automatische Detektion von Brandstellen aus einer Entfernung von noch bis zu 600 Metern erfolgreich durchgeführt werden. Quantitative Auswertungen zeigen, dass die Erkennungsgenauigkeit bei 98% liegt.

## **TRID's Brandausbreitungsvorhersage**

Während eines Waldbrandeinsatzes müssen Einsatzkräfte auf eine sich ständig ändernden Lage reagieren. TRID hat für diesen Fall ein Brandausbreitungsvorhersage entwickelt welche Echtzeitdaten der Drohnen zusammen mit aktuellen Satellitendaten vereint, um präzise Vorhersagen über die zukünftige Ausbreitung eines Feuers zu ermöglichen.

Die Software bezieht für ihre physikalischen Berechnungen verschiedene Umweltdaten ein, sowie Höhenlevel und einer Analyse der Verfügbarkeit von Brennmaterial vor Ort. Durch diese integrierte Auswertung können Einsatzkräfte proaktiv agieren, indem für sie potenziell gefährdete Gebiete im Voraus identifiziert werden und entsprechende Gegenmaßnahmen eingeleitet werden können.

11 Std.

# Was sind die Vorteile von TRID's Waldbrandüberwachung?

1. Kosteneinsparungen bei Einsätzen: Effizientere Ressourcennutzung und schnellere Reaktionszeiten führen zu geringeren Einsatzkosten, da die Waldbrandbekämpfung schneller beginnen kann.
2. Verbesserte Sicherheit für Einsatzkräfte: Drohnen erkunden Brandgebiete und melden Brände in Echtzeit, wodurch das Risiko durch unerwartete Ereignisse für Einsatzkräfte minimiert wird.
3. Effiziente Datenanalyse durch KI: TRID's Software nutzt KI, um Rohdaten schnell zu analysieren und potenzielle Brandherde zu identifizieren.
4. Reduzierung der Waldzerstörung: Frühere Brandstellenerkennung während des Einsatzes hilft, Waldschäden zu minimieren.
5. Schneller und übersichtlicher: Während eines Waldbrandeinsatzes ist Zeit und Überblick von entscheidender Rolle. TRID's Software erkennt Brandstellen in Echtzeit und stellt diese präzise auf einer digitalen Karte da.



# Drohnen spielen auch in Zukunft eine wichtige Rolle in der Waldbrandüberwachung

Drohnen werden auch in Zukunft in der Waldbrandüberwachung von Bedeutung sein, trotz des Aufkommens verschiedener Dienste zur Branderkennung und -überwachung mittels Satelliten in jüngster Zeit. Die kontinuierliche Weiterentwicklung der Satellitentechnologie schließt jedoch den unersetzlichen Einsatz von Drohnen bei der Waldbrandbekämpfung nicht aus.

**Drohnen ermöglichen Echtzeitüberwachung:** Während Satellitenbilder aufgrund von Zeitverzögerungen oder möglicher Einschränkungen nicht verfügbar sein könnten, können Drohnen bei genügend Akkus vor Ort konstant in der Luft sein.

**Drohnen erreichen jeden Ort:** Die Fähigkeit von Drohnen, niedrig zu fliegen, den Blickwinkel zu wechseln und in unwegsamen Geländen zu manövrieren, ermöglicht eine präzisere und detailliertere Datenerfassung. Satelliten, wie z.B. Landsat 8, haben häufig nur eine niedrige Auflösung von bis zu 100 Meter pro Pixel, welche bei kleineren Waldbränden nicht die erforderliche Detailgenauigkeit liefern.<sup>31</sup>

**Allwettertauglich:** Drohnen können auch bei bewölktem oder regnerischem Wetter eingesetzt werden, während Satelliten durch dicke Wolkenschichten nicht hindurchsehen können.

Drohnen werden deshalb auch zukünftig als unverzichtbare Ausrüstung betrachtet und werden eine wesentliche Rolle bei der Aufklärung von Brandstellen spielen.

---

<sup>31</sup> Vgl. NASA. LANDSAT 8. <https://landsat.gsfc.nasa.gov/satellites/landsat-8/>, [23.02.2024]

# Weitere Anwendungsfelder

Auch wenn TRID Systems Lösung für die Waldbrandüberwachung konzipiert ist, ergeben sich aufgrund der technischen Möglichkeiten auch andere für die Einsatzkräfte relevanten Anwendungsgebiete.

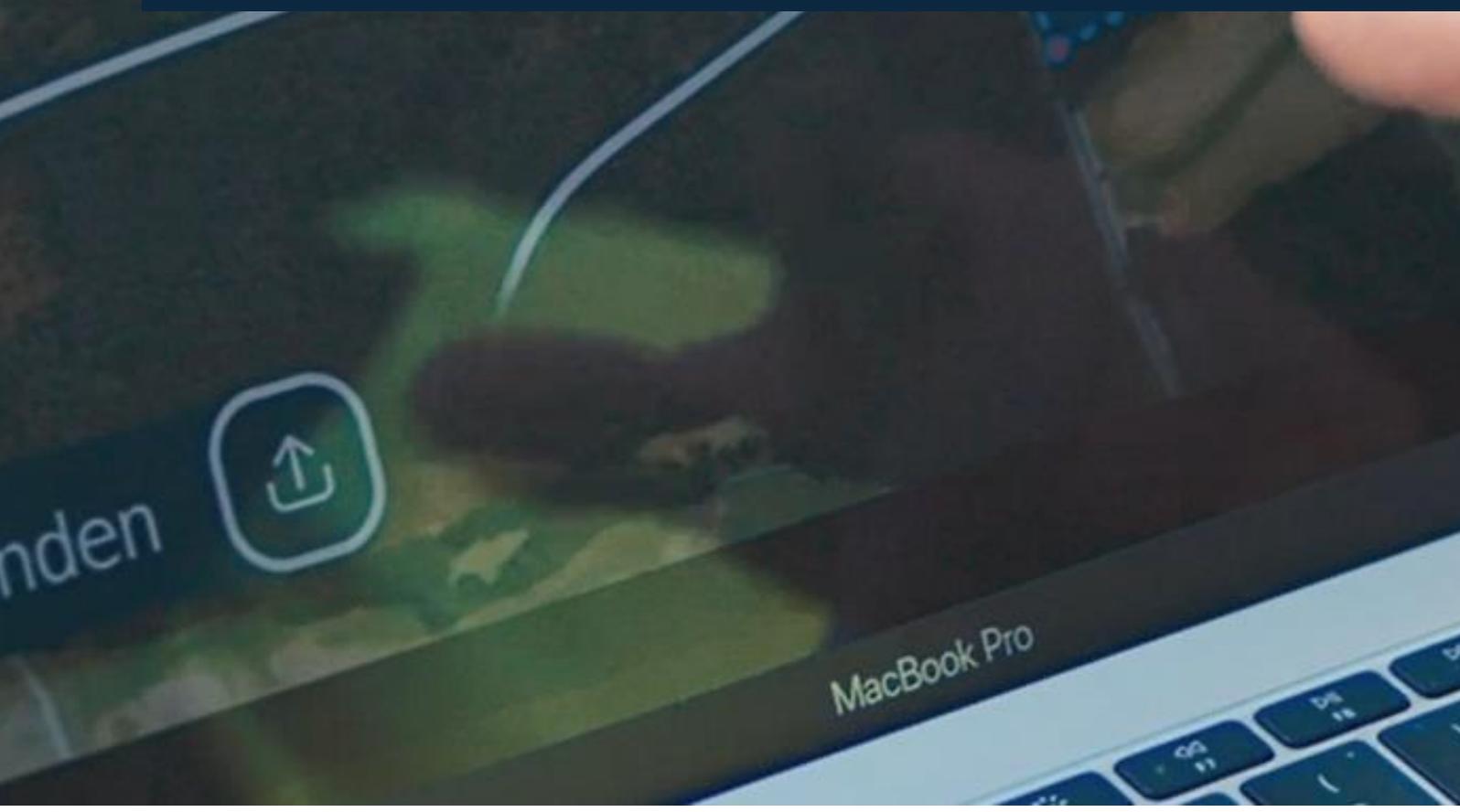
## Waldbrandnachsorge:

In der Waldbrandnachsorge ist es entscheidend das Einsatzgebiet nach dem Löschen des Brandes zu überwachen. So besteht die Gefahr das eventuelle Glutnester sich erneut entfachen und zu einem neuen Waldbrand führen. Um dies vorzubeugen, werden Brandwachen eingesetzt, welche das Gebiet einige Tage nach dem Brand noch im Blick behalten.

Unterstützend dazu kann TRIDs Drohnensoftware zum Einsatz kommen und noch kleine existierende Glutnester aufspüren und diese auf einer digitalen Karte zu vermerken. Zusätzlich wird dabei direkt eine Aufnahme des verbrannten Waldbrandgebietes gemacht, welches zur Auswertung verwendet werden kann.

## Vermisstensuche:

TRIDs Software kann bei der Suche nach vermissten Personen helfen. Mit fortschrittlicher Echtzeit KI-Erkennung kann dabei nach Anzeichen einer vermissten Person autonom gesucht werden. Wird diese gefunden so wird sie direkt auf der digitalen Karte vermerkt und die Einsatzkräfte können die GPS-Koordinaten der vermissten Person direkt ansteuern.



# Bisherige Einsätze von Drohnen

## Sächsische Schweiz Sommer 2022

Die Feuer im Nationalparkgebiet der Sächsischen Schweiz zerstörten 2022 fast 1000 Hektar Waldfläche.<sup>32</sup> Mithilfe von Drohnen wurde durch das DRK Sebnitz sowie anderen Organisationen und Freiwilligen tagelang erfolgreich nach versteckten Glutnestern gesucht und diese an die Einsatzkräfte weitergegeben vgl. [33]. Dadurch konnten Maßnahmen früher ergriffen werden.

Viel der gesammelten Daten blieb jedoch ungenutzt, wodurch das Potenzial einer schnelleren Reaktion und Erkennung von Gefahren nicht voll ausgeschöpft wurde. Darüber hinaus wurden Drohnen noch nicht häufig genug eingesetzt, wie von der Expertenkommission in ihrem Bericht zur Untersuchung der Brände hervorgehoben wurde. Es wird daher empfohlen, dass Drohnen während der Ausbreitungsphase von Bränden zur Selbstverständlichkeit werden sollten.<sup>33</sup> Außerdem verwiesen sie darauf, „dass die Bewertung der Aufnahmen von Wärmebildkameras ein großes Maß an Erfahrung erfordert, da auch nicht vom Brand verursachte Wärmequellen angezeigt werden.“<sup>34</sup> Ein automatisiertes System zur Erkennung von Glutnestern hätte hierbei geholfen.

## Griechenland Sommer 2023

2023 wurden in Griechenland über 174.000 Hektar Waldfläche zerstört, ein erneuter Extremzustand nach den Bränden im Jahre 2021 mit 130.000 Hektar.<sup>35</sup>

Die EU-Kommission verkündete sogar, dass die Brände in der Nähe der Hafenstadt Alexandroupolis die größten Brände in der Geschichte der Europäischen Union sind. Laut Griechenlands Ministerpräsident Mitsotakis wurde mit den Bränden professionell umgegangen. Jedoch betont er auch dass für folgende Ereignisse die Dauer bis zum Eingreifen während eines Waldbrandes verbessert werden solle und beantragt die Anschaffung 100 zusätzlichen Drohnen, welche im Idealfall mit KI-Technik ausgestattet sein sollten.<sup>36</sup>

<sup>32</sup> Vgl. SZ. (2022, 23.02.). Sachsen registriert bis in den Herbst 179 Waldbrände. <https://www.saechsische.de/sachsen/sachsen-waldbraende-2022-saechsische-schweiz-wald-feuer-5800275.html>, [23.02.2024]

<sup>33</sup> Vgl. Sächsische Staatsregierung. (2023, Februar). Bericht der Expertenkommission – Waldbrände Sommer 2022 in Sachsen. S. 12. <https://www.staatsregierung.sachsen.de/download/staatsregierung/bericht-expertenkommission-waldbraende-sommer-2022-sachsen.pdf>, [23.02.2024]

<sup>34</sup> Vgl. Sächsische Staatsregierung. (2023, Februar). Bericht der Expertenkommission – Waldbrände Sommer 2022 in Sachsen. S. 39

<sup>35</sup> Vgl. European Commission. (2024). EFFIS Annual Statistics for Greece. <https://effis.jrc.ec.europa.eu/apps/effis.statistics/estimates/GRC>, [23.02.2024]

<sup>36</sup> Vgl. Euronews (2023, 31.08.). 100 Drohnen, KI und Satellitenbilder: Griechenland rüstet sich gegen Brände. <https://de.euronews.com/2023/08/31/100-drohnen-ki-und-satellitenbilder-griechenland-ruestet-sich-gegen-brande>, [23.02.2024]

# Zusammenfassung

Umso eher Brände erkannt werden, umso eher können Gegenmaßnahmen ergriffen werden.

Waldbrände wurden jedoch in der Vergangenheit mit kostspieligen oder ungenauen Mitteln überwacht wie z.B. Helikoptern oder Flugzeugen.

Die Technik hat sich jedoch weiterentwickelt. Neue und kostengünstigere Einsatzmittel wie Drohnen bieten den Vorteil eine flexible Lösung zu sein, besonders in zeitkritischen Situationen. Sie liefern mittels Thermalkameras ein Überblick über den Waldbrand und können Grundlage für wichtige Entscheidungen sein.

Software wie die von TRID Systems ist nun in der Lage die Waldbrandüberwachung mittels Drohnen komplett zu automatisieren. Damit können Brände in Echtzeit erkannt werden und eine frühzeitigere Bekämpfung der Brandstelle eingeleitet werden.

Wenn sie tätig in einer Drohnenstaffel, einer Feuerwehr oder lokalen Gemeinde oder Regierung sind dann kontaktieren sie uns. Gerne können wir ihnen das System live vorführen oder Wege finden, wie wir zusammenarbeiten können, um mehr Überblick in das Waldbrandgeschehen zu bringen.

