



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
10.08.2005 Patentblatt 2005/32

(51) Int Cl.7: **A62C 3/02**

(21) Anmeldenummer: **04030212.7**

(22) Anmeldetag: **21.12.2004**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LT LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA HR LV MK YU

(72) Erfinder: **Wippich, Heinz-Georg**
89269 Vöhringen (DE)

(74) Vertreter: **Meel, Thomas**
Patentassessor
c/o EADS Deutschland GmbH
Patentabteilung FCL6
88039 Friedrichshafen (DE)

(30) Priorität: **06.02.2004 DE 102004006033**

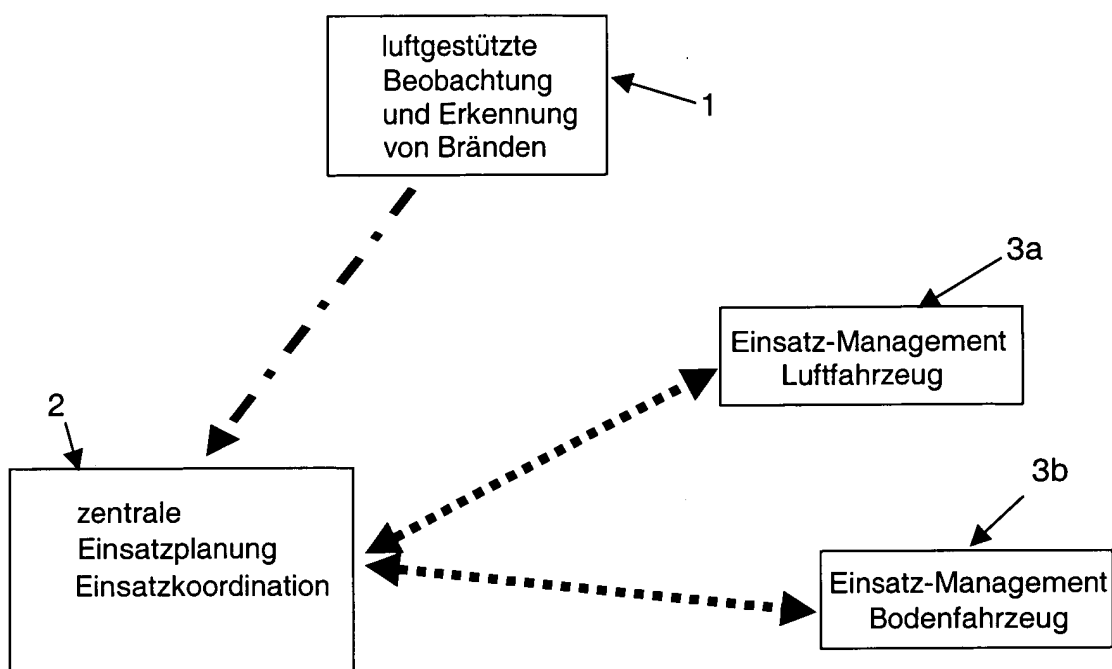
(71) Anmelder: **EADS Deutschland GmbH**
85521 Ottobrunn (DE)

(54) **Verfahren zur Erkennung, Planung und Bekämpfung von Wald- und Flächenbränden**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erkennung und Bekämpfung von Wald- und Flächenbränden. Die Erfassung von Brandgebieten erfolgt aus der Luft mittels georeferenzierter Infrarotdaten, die in eine Planungs- und Einsatzzentrale (2) übertragen werden. Mit

einem Darstellungs- und Planungsrechner wird die Gesamtlage ermittelt, dargestellt und daraus abgeleitet Löscheinsätze aus der Luft und vom Boden berechnet und an die jeweiligen Einsatzeinheiten (3a,3b) übermittelt.

Fig. 1



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erkennung, Planung der Bekämpfung und Bekämpfung von Wald- und Flächenbränden.

[0002] Durch Wald- und Flächenbrände werden weltweit jedes Jahr große Volksvermögen vernichtet. Landschaften werden auf lange Zeit geschädigt, ökologische Folgeschäden sind in der Regel nicht einschätzbar. Bei der Bekämpfung großer Brände kommen Menschen zu Schaden und die Einsatzkräfte sind in großem Maße gefährdet. Nicht selten werden Löschmannschaften durch den Brandfrontenverlauf überrascht, eingeschlossen und getötet.

[0003] Die Bekämpfung großer Brände erfolgt in der Regel vom Boden durch Fahrzeuge und aus der Luft durch Löschrflüge. Die Koordination sowohl der Bodeneinsatzkräfte wie der Luftkräfte muss über große Flächen erfolgen und ist in der Regel durch fehlende Planung und Kommunikation nur bedingt oder gar nicht möglich.

[0004] Die Bewertung von Großbränden, ihr geographischer Verlauf und die Erkennung und Bewertung von Gebieten mit besonders kritischer Entwicklung erfolgt in der Regel aus der Luft, aber nur mit geringer planerischer Unterstützung und Koordination mit anderen Informationsquellen, wie aktueller Wetterdaten, lokaler Windinformationen und/oder der Berücksichtigung topographischer Gegebenheiten.

[0005] In der DE 694 21 200 T2 ist ein Verfahren zur Erkennung von Bränden in offenem Gelände offenbart, wobei im Gelände positionierte IR-Kameras eingesetzt werden.

[0006] Die durch diese Kameras erfassten Bilder werden zur digitalen Verarbeitung an eine Zentralstation gesendet. Gegebenenfalls kann auf der Basis der Bildinformationen ein Alarmsignal ausgelöst werden.

[0007] Aus der EP 0 811 400 A1 ist ein Verfahren zur Branderkennung unter Einsatz einer Infrarotkamera an Bord eines Beobachtungsflugzeugs bekannt. Mittels einer Bildanalyseeinrichtung werden die erfassten Bilder auf potentielle Brandherde untersucht.

[0008] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zu schaffen, mit der Brände zuverlässig erkannt und schnell effektive Gegenmaßnahmen eingeleitet werden können.

[0009] Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den in Anspruch 1 angegebenen Merkmalen gelöst.

[0010] Wesentlich bei dem vorgestellten Verfahren ist die Erfassung von Brandgebieten aus der Luft mittels georeferenzierter Infrarotdaten und der Übertragung dieser Flächeninformationen in eine Planungs- und Einsatzzentrale. Mit einem Darstellungs- und Planungsrechner werden die Gesamtlage ermittelt, dargestellt und daraus abgeleitet Löscheinsätze aus der Luft und vom Boden berechnet und an die jeweiligen Einsatzeinheiten übermittelt.

[0011] In einer vorteilhaften Ausführung werden die

Brandbekämpfung und die Wirksamkeit der empfohlenen Einsatzmaßnahmen aus der Luft überwacht, aufgenommen und mit den berechneten Maßnahmen in der Zentrale verglichen und gegebenenfalls werden die Maßnahmen optimiert. Mit dieser Erweiterung stellt das Verfahren eine geschlossene Kette aus der Ermittlung der Brandsituation, der Berechnung der Gegenmaßnahmen und der Überwachung der Wirksamkeit dieser Maßnahmen dar.

[0012] Nachfolgend wird das erfindungsgemäße Verfahren unter Bezugnahme auf Fig. 1- 4 näher erläutert. Es zeigen:

- Fig. 1 die einzelnen Komponenten des erfindungsgemäßen Verfahrens und ihre Interaktion,
- Fig. 2 die Komponente zur Beobachtung und Erkennung von Bränden,
- Fig. 3 die Komponente zur Einsatzplanung und Koordination,
- Fig. 4 die Komponente für das mobile Luft- und Boden-Einsatzmanagement.

[0013] Fig. 1 zeigt die einzelnen Komponenten des erfindungsgemäßen Verfahrens und ihre Interaktion. Die Beobachtung und Erkennung von Bränden erfolgt an Bord eines Luftfahrzeugs 1 mittels georeferenziertem Wärmebild. Die Koordinaten der durch einen Brand verursachten heißen Bildpunkte wird über einen Datenlink an eine Einsatzzentrale 2 zur Einsatzplanung, Einsatzkoordination und ggf. Einsatzüberwachung gesandt. Die in der Einsatzzentrale 2 generierten Einsatzpläne werden an die Bordmanagement-Systeme der Einsatzvehikel übertragen, wobei es sich um Bodenfahrzeuge 3b und/oder Luftfahrzeuge 3a handeln kann. Von den Einsatzvehikeln können deren aktuelle Positionsdaten sowie sonstige einsatzrelevante Daten mittels Datenlink an die Einsatzzentrale 2 übersandt werden. Die erwähnten Komponenten des Verfahrens werden im folgenden näher erläutert.

Komponente zur Beobachtung und Erkennung von Bränden (Fig. 2)

[0014] Die heute praktizierte Brandbeobachtung aus der Luft stützt sich auf die visuelle Auswertung durch Piloten oder Brandbeobachter. Dabei steht die Erkennung von Brandherden anhand beobachteter Rauchentwicklung im Vordergrund. Wurde Rauchentwicklung aus der Luft beobachtet, übermittelt der Beobachter eine geschätzte Position an eine Bodenzentrale, von der aus die Bekämpfung dann initiiert wird.

[0015] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird der Brandbeobachter in einem hoch fliegenden Beobachtungsflugzeug durch eine Infrarotkamera mit Georeferenzierung ersetzt. Die Kamera nimmt nicht den Rauch, sondern bereits kleine Brandherde, die nicht unmittelbar gleich mit deutlicher Rauchentwicklung verbunden sind, wahr. Plausibilitätsverfahren bei der Aus-

wertung der Infrarotdaten stellen sicher, dass es nicht zu ständigen Falschalarmen verursacht durch temporär auftretende Hot Spots, wie heiße Motoren von Fahrzeugen, kommt. Darüber hinaus überwacht die Kamera ein deutlich größeres Erfassungsgebiet, als es ein menschlicher Beobachter schon wegen der Sichtbedingungen erfassen kann. Die von der Beobachtungskamera erfassten Daten werden kontinuierlich in eine Zentrale am Boden übermittelt und in einem Planungs- und Anzeigesystem anhand der ebenfalls erfassten geographischen Koordinaten auf einer Überwachungs- und Einsatzkarte abgebildet. Tritt eine Wärmeentwicklung verursacht durch einen Brandherd auf, so erscheint auf der Karte ein "Hot Spot" als Indikator für einen möglichen Brand. Mit der Information über erhöhte Temperaturen ist auch eine genaue geographische Position verbunden. Jede deutliche Temperaturüberhöhung ist in der Regel einem Brandherd zuzuordnen. Damit können mit Kenntnis der Position dieser Überhöhung unmittelbar Gegenmaßnahmen eingeleitet werden. In der Regel wird eine derartige Maßnahme die Alarmierung einer dem Brandherd nahen Feuerwache sein, von der aus entsprechende lokale Beobachtungs- und Bekämpfungsmaßnahmen vom Boden aus eingeleitet werden können.

[0016] Nicht immer wird ein Brandherd unmittelbar bekämpfbar sein. Kommt es zu einer flächigen Ausbreitung von Feuern, übernimmt die Beobachtungskamera in der Luft eine weitere Aufgabe. Durch fortlaufende Erfassung der Gesamtlage über ein sehr großes Beobachtungsgebiet und Übermittlung der Daten in die Zentrale am Boden ist es möglich, Brandflächen, Flammfronten und deren Verläufe auf einer Einsatzkarte ständig anzuzeigen und zu verfolgen. Damit wird die Wirksamkeit von ergriffenen Gegenmaßnahmen ständig kontrolliert und es lassen sich für Einsatzkräfte am Boden gefährliche Entwicklungen, wie extrem schnell wandernde Flammfronten, Einschränkung von Bewegungs- und Fluchtwegen und gegebenenfalls Einkesselungen frühzeitig erkennen und die betroffenen Kräfte können gewarnt und geschützt werden.

[0017] Die Beobachtungskomponente besteht gemäß der Ausführung nach Fig. 2 aus drei Elementen. An Bord eines Beobachtungsflugzeugs befindet sich eine Infrarotkamera 21, die von dem überflogenen Gebiet ständig ein Wärmebild aufnimmt und durch einen relativen Datenabgleich sogenannte "Hot Spots" oder "Hot Areas" ermitteln kann. Durch Korrelation des Wärmebildes mit der Position des Flugzeugs in einem Bordrechner 22 kann das Wärmebild georeferenziert werden. Hierzu können in der Luftfahrt übliche GPS-Empfänger 23 zum Einsatz kommen. Die Positionsgenauigkeit von ca. 30 m ist für diese Referenzierung ausreichend. Die erfassten Daten werden über eine Datenfunkstrecke 24 in eine Bodenzentrale übertragen. Da die Borddaten bereits vorverarbeitet sind, werden an die Übertragungsbandbreite keine hohen Anforderungen gestellt. In der Regel kann eine konventionelle Flugfunkanlage (Vor-

zugsweise im NAV Band) für diese Datenstrecke zum Einsatz kommen.

Komponente zur Einsatzplanung und Koordination (Fig. 3)

[0018] Ein Planungsrechner in der Einsatzzentrale 2 am Boden (PC) verfügt über eine Datenbank bestehend aus:

- Kartendaten eines zu überwachenden und darzustellenden Gebietes
- Daten zur Topographie und Textur dieses Gebietes
- Daten über Straßen und Wege mit Angaben zur aktuellen Belastbarkeit und Eignung für die Nutzung von Einsatzfahrzeugen
- Daten zur örtlichen Verfügbarkeit von Wasser- und Bandbekämpfungsmitteln
- Daten zur Infrastruktur für den Einsatz von Löschflugzeugen und Hubschraubern
- Daten der Einsatzfahr- und Luftfahrzeuge bezüglich technischer Ausstattung, Löschmittel, Löschmittelmengen, spezifischer Fahr-/ Flugzeugdaten wie Gewicht, Füllmengen, Leistungsprofilen (bei Löschflugzeugen und Hubschraubern zur Berechnung von Einsatzprofilen, Flugtrajektorien und Löschmittelabwurf-Verfahren)
- Positionsdaten der Einsatzvehikel (Boden und Luft) im Sinne eines Flottenmanagementsystems.

[0019] Diese Daten werden ergänzt durch:

- aktuelle Wetter- und Winddaten
- die Infrarot-Flächenbeobachtungsdaten aus dem Beobachtungsflugzeug
- aktuelle Einsatzdaten zur Verfügbarkeit von Straßen, Wegen und Einsatzmitteln.

[0020] Der Rechner ist damit in der Lage, eine übersichtliche Einsatzdarstellung auf einem oder mehreren Bildschirmen zu erzeugen. Über der Geländekarte des Überwachungs- und Einsatzgebietes können alle einsatzrelevanten Informationen dargestellt werden. Dazu gehören neben der Bebauungs- und Geländedarstellung auch die Darstellung von Straßen und Wegenetzen, einsatztaktische Informationen, beispielsweise über die Position von Einsatzkräften, Daten zur Infrastruktur und natürlich die mit der Kartendarstellung korrelierten Daten über die Brandausbreitung selbst.

[0021] Neben der Darstellung aller einsatzrelevanten Daten kommt dem Einsatzrechner eine zweite wesentliche Aufgabe zu. Mit Kenntnis der spezifischen Daten aller Einsatzvehikel ist es möglich, die Berechnung von Einsatzplänen für Löschfahrzeuge, Löschflugzeuge und Hubschrauber durchzuführen. Dabei werden auf Basis der unterschiedlichen Einsatz- und Flugfähigkeiten optimierte Einsatzpläne, bzw. Flugprofile für den optimierten Löscheinsatz berechnet.

[0022] Neben den Plänen für die einzelnen Vehikel lassen sich auf diese Weise koordinierte Flotteneinsatzpläne ermitteln. Die berechneten Daten und Einsatzprofile werden an die Einsatzkräfte übermittelt (Funk, Datenträger) und in entsprechende Einsatzmanagementsysteme an Bord der Vehikel eingegeben. In die Einsatzmanagementsysteme übertragen erlauben diese Pläne nun den koordinierten Einsatz der an einer Maßnahme beteiligten Vehikel (Boden und/oder Luft) zur Optimierung der Brandbekämpfung.

[0023] Die Funktionskette bestehend aus Überwachung in der Einsatzzentrale, Einsatzplanung und Koordination wird durch das Element der Einsatzüberwachung und Auswertung der Wirksamkeit des Einsatzes geschlossen. Im Lagebild kann echtzeitig die Wirkung des Einsatzes ermittelt und dargestellt werden. Eine Optimierung der Brandfrontbekämpfung kann unmittelbar durchgeführt werden. Hierzu gehören die Streckenoptimierung bei der Anfahrt von Bodeneinsatzmitteln ebenso wie die Entflechtung und Abstimmung von Einsatzplänen von Löschflugzeugen und Hubschraubern zur Optimierung des Löschergebnisses. Damit einher geht die Erhöhung der Einsatzsicherheit der Löschflugzeuge und Hubschrauber durch abgestimmte Trajektorien und Flugprofile.

[0024] Die Überwachung der Wirksamkeit wird neben der lokalen Beobachtung durch die Höhenbeobachtung mit Wärmebildtechnik unterstützt. Somit stellt das vorgestellte Verfahren ein geschlossenes Überwachungs- und Einsatzplanungs-/Koordinationssystem für die Bekämpfung von Flächen- und Forstbränden über große Einsatzgebiete dar.

Komponente für das mobile Luft- und Boden-Einsatzmanagement (Fig. 4)

[0025] Die im Bodenrechner gerechneten und koordinierten Einsatzpläne und Daten für die boden- und luftgestützte Brandbekämpfung lassen sich auf mindestens drei verschiedene Verfahren in die am Einsatz beteiligten Boden- und Luftfahrzeuge übertragen.

[0026] Das Bordmanagementsystem jedes Einsatzvehikels (Boden und Luft) verfügt über einen Datenlink 41, mittels dem die Daten vom Planungsrechner in der Einsatzzentrale in das jeweilige Vehikel übertragen werden können. Damit ist bei notwendigen Planungsanpassungen ein schneller Datenaustausch zwischen der Bodenstelle und den Einsatzvehikeln sichergestellt. Da es sich bei diesem Datenlink um eine bidirektionale Verbindung handelt, können zu jeder Zeit Daten aus dem Bordsystem, beispielsweise Positions- und Zustandsdaten der Einsatzvehikel zum Boden übertragen werden und dort zur Anzeige gebracht oder für Anpassungsplanungen verwendet werden.

[0027] Die Planungsdaten lassen sich alternativ auf einen Datenträger vom Planungsrechner am Boden kopieren und mit dem Datenträger an Bord über ein entsprechendes Lesegerät 42 in den Bordmanagement-

rechner 43 einlesen. Dieser Datentransfer kann auch in der entgegengesetzten Richtung zur Übertragung von Borddaten in die Einsatzzentrale verwendet werden, um beispielsweise Einsatzprofile anschließend in der Einsatzzentrale am Boden auszuwerten und den Gesamteinsatz darzustellen und zu analysieren.

[0028] Im dritten Fall können die Daten aus einem Einsatzplan durch manuelle Eingabe über ein Eingabefeld 46 in das Bordsystem übertragen werden. Dieses Eingabeverfahren eignet sich besonders, wenn beispielsweise geringfügige Planänderungen kurzfristig umzusetzen sind.

[0029] Für Bodenvehikel enthalten diese Pläne optimierte Anfahrts- und Bewegungsstreckenplanungen, Daten zur Löschmittelaufnahme und Einsatzanweisungen zur direkten Brandbekämpfung. Die Einsatzdaten werden auf einem graphischen Display 45 im Einsatzfahrzeug zur Anzeige gebracht. Das Fahrzeug kann nach diesen Daten abgestimmt zu allen anderen am Einsatz beteiligten Vehikeln bewegt und eingesetzt werden. Dabei sendet es seine spezifischen, über GPS 44 ermittelten Positions- und Zustandsdaten ständig in die Zentrale und kann dort im Verbund mit anderen Vehikeln in einer Einsatzübersicht dargestellt werden.

[0030] Für Luftfahrzeuge und Hubschrauber enthalten die Einsatzpläne Flugstrecken, Einsatzhöhen, Anflugprofile zu Löschpunkten und Koordinaten der einsatzoptimierten Position zum Abwurf des Löschmittels. Darüber hinaus werden Zeitangaben zur Koordination verschiedener Luftfahrzeuge in einem engen Einsatzraum zur Verfügung gestellt. Somit ist der Einsatz mehrerer Luftfahrzeuge zur Verbesserung der Löschwirkung bei gleichzeitiger Vermeidung von Kollisionskonflikten möglich. Alle einsatzrelevanten Daten werden im Luftfahrzeug auf einem entsprechenden Display 45 für die Crew dargestellt. Einsatzkritische Information wie beispielsweise der Absetzpunkt für das Löschmittel können bei Bedarf auch akustisch gegeben werden.

[0031] Durch Übermittlung per Datenlink 41 der aktuellen Position aller am Einsatz beteiligten Luftfahrzeuge basierend auf der mittels GPS gewonnenen Position ist eine umfassende Lage- und Einsatzvehikeldarstellung in der Einsatzzentrale möglich.

[0032] Hinsichtlich der in der vorliegenden Erfindung genutzten Verfahren und -mittel für die Kommunikation zwischen den einzelnen Komponenten werden über die genannten Eigenschaften hinaus keine weiteren spezifischen Anforderungen gestellt. Dem Fachmann stehen hierzu eine Vielzahl unterschiedlicher Systeme zur Verfügung.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Erkennung und Bekämpfung von Wald- und Flächenbränden, mit folgenden Verfahrensschritten:

- Beobachtung und Erkennung von Bränden mittels einer Infrarotkamera (21) an Bord eines Beobachtungsflugzeugs (1),
 - das von der Infrarotkamera (21) ermittelte Bild wird unter Verwendung des durch ein Satellitennavigationssystem ermittelten Positionsdatums des Beobachtungsflugzeugs (1) bildpunktweise georeferenziert,
 - das georeferenzierte Infrarotbild wird auf heiße Bildpunkte, die von einem Brand verursacht sind, mittels einer Bildanalyseeinrichtung untersucht,
 - die Koordinaten der durch einen Brand verursachten heißen Bildpunkte werden mittels eines Datenlinks an eine zentrale Datenverarbeitungsanlage (2) am Boden übermittelt,
 - in der zentralen Datenverarbeitungsanlage (2) werden unter Einbeziehung von geländebezogenen Daten sowie Daten zu vorhandenen Brandbekämpfungsmitteln Einsatzpläne für Einsatzvehikel (3a,3b) zur Brandbekämpfung automatisch generiert,
 - die in der zentralen Datenverarbeitungsanlage (2) generierten Einsatzpläne werden in die Bordmanagementsysteme (43) der Einsatzvehikel (3a,3b) übertragen,
 - die den Einsatzplänen entsprechenden Einsatzdaten und -koordinaten werden vom Bordmanagementsystem (43) der Einsatzvehikel (3a,3b) mittels eines Ausgabegeräts (45) dargestellt,
 - die Brandbekämpfung durch die Einsatzvehikel (3a,3b) erfolgt gemäß der vom Bordmanagementsystem (43) dargestellten Daten.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Lage der heißen Bildpunkte von der zentralen Datenverarbeitungsanlage (2) in einer Einsatzkarte zur Darstellung der Gesamtlage wiedergegeben wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einsatzpläne unter Berücksichtigung koordinierter Teilnahme von fliegenden und erdgebundenen Einsatzvehikeln (3a,3b) generiert werden.
4. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** einsatzrelevante Daten sowie Positionen der Einsatzvehikel (3a,3b) vom Bordmanagementsystem (43) mittels Datenlink (41) an die zentrale Datenverarbeitungsanlage (2) übermittelt werden.
5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Positionsermittlung der Einsatzvehikel (3a,3b) unter Verwendung des Positionsdatums eines Satellitennavigationssystems (44) erfolgt.
6. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Einsatz-erfolg mittels der Infrarotkamera (21) im Beobachtungsflugzeug (1) unmittelbar erfasst und an die zentrale Datenverarbeitungsanlage (2) übermittelt wird.
7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wirksamkeit des Einsatzes unmittelbar in der zentralen Datenverarbeitungsanlage (2) ausgewertet wird.
8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zentrale Datenverarbeitungsanlage (2) auf der Basis der Auswertung der Wirksamkeit des Einsatzes automatisch Umplanungen zur Optimierung der Brandbekämpfung generiert, und die Ergebnisse der Umplanung unmittelbar an die Einsatzvehikel (3a,3b) mittels Datenlink (41) übertragen werden.
9. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die generierten Einsatzpläne und deren Wirkung in der zentralen Datenverarbeitungsanlage (2) simuliert werden.
10. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einsätze durch Übertragung von an Bord der Einsatzvehikel (3a,3b) aufgezeichneten Daten nach Einsatzabschluss analysiert werden können.

Fig. 1

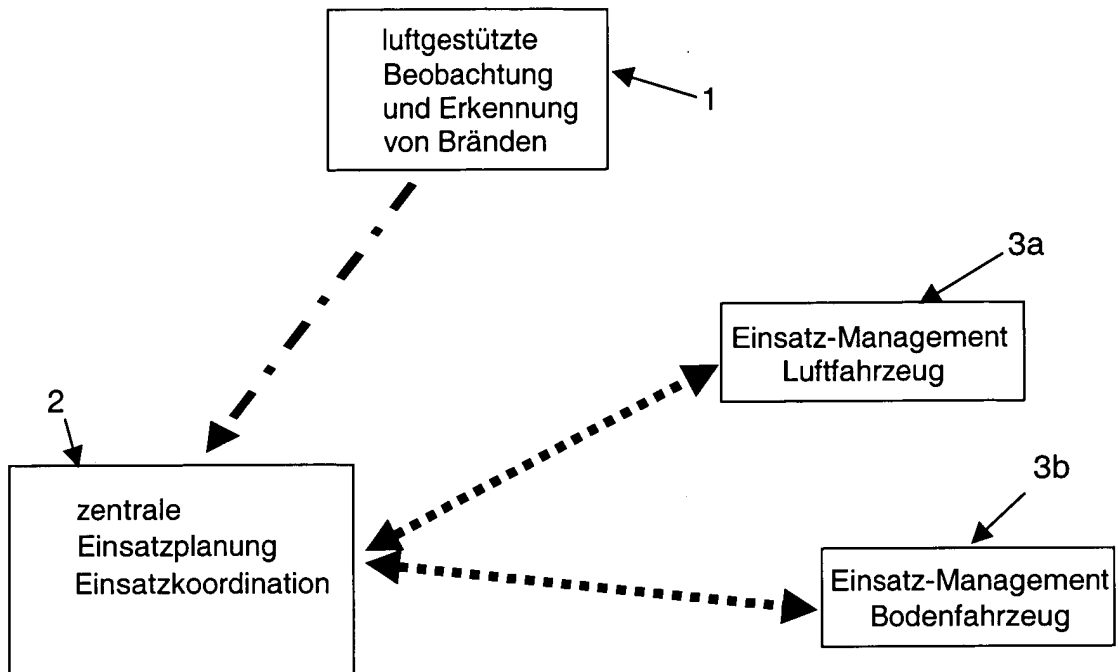


Fig. 2

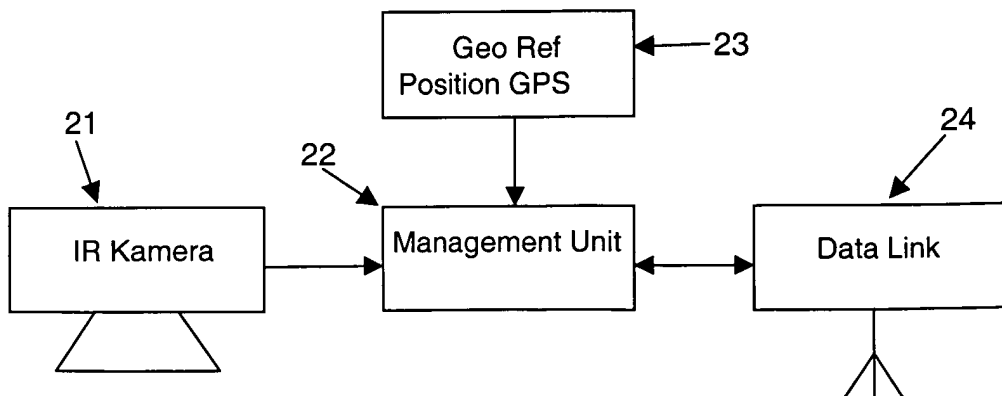


Fig. 3

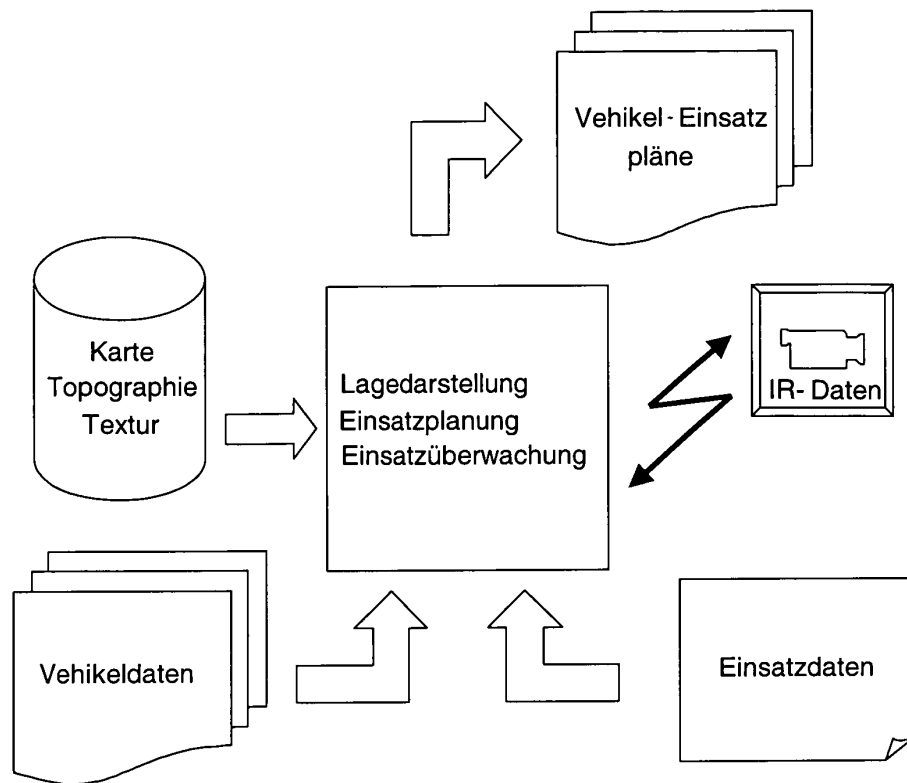


Fig. 4

