



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
03.08.2022 Patentblatt 2022/31

(21) Anmeldenummer: **21154350.9**

(22) Anmeldetag: **29.01.2021**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
F24F 11/30 ^(2018.01) **F24F 11/46** ^(2018.01)
F24F 11/58 ^(2018.01) **F24F 11/64** ^(2018.01)
F24F 11/72 ^(2018.01) **G06F 30/20** ^(2020.01)
F24F 110/10 ^(2018.01) **F24F 110/20** ^(2018.01)
F24F 110/50 ^(2018.01) **F24F 120/12** ^(2018.01)
F24F 120/20 ^(2018.01) **F24F 130/10** ^(2018.01)
F24F 130/20 ^(2018.01) **G06F 30/13** ^(2020.01)

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
F24F 11/46; F24F 11/30; F24F 11/58; F24F 11/64;
F24F 11/72; F24F 2110/10; F24F 2110/20;
F24F 2120/12; F24F 2120/20; F24F 2130/10;
F24F 2130/20

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(71) Anmelder: **Siemens Aktiengesellschaft**
80333 München (DE)

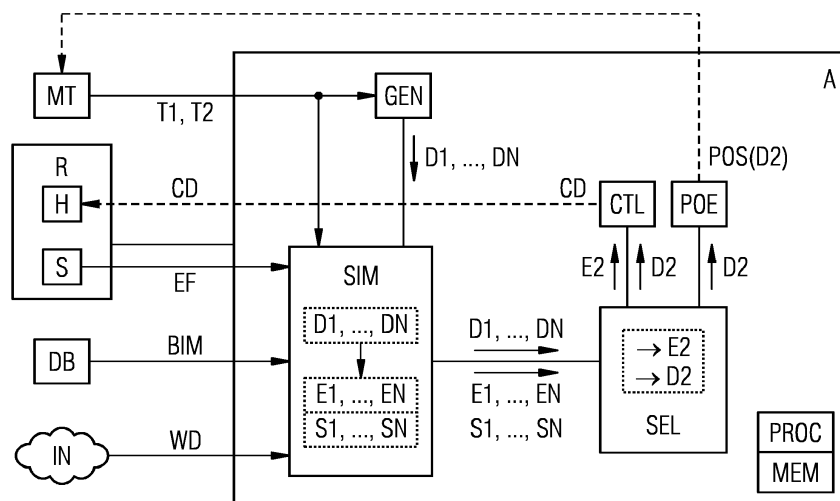
(72) Erfinder:
• **Mayer, Hermann Georg**
83209 Prien am Chiemsee (DE)
• **Zechlin, Oliver**
6300 Zug (CH)

(54) **VERFAHREN UND ANORDNUNG ZUM ABGLEICHEN EINES RAUMKLIMAS MIT KLIMAPRÄFERENZEN VON RAUMNUTZERN**

(57) Zum Abgleichen eines Raumklimas mit Klimapräferenzen (T1, T2) von Raumnutzern werden Klimapräferenzen (T1, T2) von Raumnutzern eingelesen. Weiterhin werden physikalische Einflussfaktoren (EF, WD) auf das Raumklima erfasst und in einen Simulator (SIM) zum Simulieren des Raumklimas eingespeist. Mittels des Simulators (SIM) werden abhängig von den erfassten Einflussfaktoren (EF, WD) für unterschiedliche Verteilun-

gen (D1,...,DN) von Raumnutzern im Raum (R) jeweils ein Energieaufwand (E1,...,EN) für eine Anpassung des Raumklimas an die Klimapräferenzen (T1, T2) simuliert. Abhängig von den simulierten Energieaufwänden (E1,...,EN) wird dann eine energiesparende Verteilung (D2) der Raumnutzer ermittelt. Weiterhin werden gemäß der energiesparenden Verteilung (D2) Ortszuteilungsangaben (POS) für Raumnutzer ausgegeben.

FIG 1



Beschreibung

[0001] Für ein persönliches Wohlbefinden am Arbeitsplatz oder in einer Wohnung spielt die Einstellung von Heizung, Klimaanlage, Lüftung oder anderer Systeme zur Regelung der Temperatur, Luftfeuchtigkeit oder anderer Parameter eines Raumklimas eine wesentliche Rolle. Insbesondere in Großraumbüros mit vielen Personen ist es oft schwierig, eine optimale Einstellung der Klimaregelungssysteme zu finden, die den Wünschen aller im Raum befindlichen Personen gerecht wird. Dieses Problem tritt insbesondere dann auf, wenn das Raumklima zentral geregelt wird. Aber auch bei individueller Einstellung lokaler Heizkörper, Kühlsysteme oder Lüftungen können die individuellen Bedürfnisse der Raumnutzer oft nicht vollständig erfüllt werden, da sich auch individuelle Einstellungen in der Regel auf das gesamte Raumklima auswirken. Zudem reagieren Klimaregelungssysteme häufig träge, so dass Auswirkungen von Einstellungen oft schwer abschätzbar sind.

[0002] Aus jüngerer Zeit sind Applikationen für Mobiltelefone bekannt, die eine Konsensfindung zwischen verschiedenen Raumnutzern erleichtern und auch eine aktive Kontrolle des Raumklimas während Abwesenheitszeiten zulassen. So gefundene Einstellungen führen aber häufig zu Durchschnittsergebnissen, mit denen nicht alle Raumnutzer zufrieden sind. Zudem kann auf Änderungen des Personenaufkommens in vielen Fällen nur unzureichend reagiert werden.

[0003] Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung ein Verfahren und eine Anordnung anzugeben, die einen effizienteren Abgleich eines Raumklimas mit Klimapräferenzen von Raumnutzern erlauben.

[0004] Gelöst wird diese Aufgabe durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1, durch eine Anordnung mit den Merkmalen des Patentanspruchs 12, durch ein Computerprogrammprodukt mit den Merkmalen des Patentanspruchs 13 sowie durch ein computerlesbares Speichermedium mit den Merkmalen des Patentanspruchs 14.

[0005] Zum Abgleichen eines Raumklimas mit Klimapräferenzen von Raumnutzern werden Klimapräferenzen von Raumnutzern eingelesen. Die Klimapräferenzen können hierbei insbesondere eine Temperatur, eine Luftfeuchtigkeit, eine Lüftung, eine Helligkeit, eine Abschattung und/oder eine Sonneneinstrahlung eines Raumes betreffen. Weiterhin werden physikalische Einflussfaktoren auf das Raumklima erfasst und in einen Simulator zum Simulieren des Raumklimas eingespeist. Mittels des Simulators werden abhängig von den erfassten Einflussfaktoren für unterschiedliche Verteilungen von Raumnutzern im Raum jeweils ein Energieaufwand für eine Anpassung des Raumklimas an die Klimapräferenzen simuliert. Abhängig von den simulierten Energieaufwänden wird dann eine energiesparende Verteilung der Raumnutzer ermittelt. Weiterhin werden gemäß der energiesparenden Verteilung Ortszuteilungsangaben für Raumnutzer ausgegeben.

[0006] Zum Ausführen des erfindungsgemäßen Verfahrens sind eine Anordnung zum Abgleichen eines Raumklimas mit Klimapräferenzen von Raumnutzern, ein Computerprogrammprodukt sowie ein computerlesbares, vorzugsweise nichtflüchtiges Speichermedium vorgesehen.

[0007] Das erfindungsgemäße Verfahren, die erfindungsgemäße Anordnung sowie das erfindungsgemäße Computerprogrammprodukt können insbesondere mittels eines oder mehrerer Computer, eines oder mehrerer Prozessoren, anwendungsspezifischer integrierter Schaltungen (ASIC), digitaler Signalprozessoren (DSP), einer Cloud-Infrastruktur und/oder sogenannter "Field Programmable Gate Arrays" (FPGA) ausgeführt werden.

[0008] Durch eine an Klimapräferenzen orientierte Verteilung von Raumnutzern im Raum kann ein Raumklima auf effiziente und energiesparende Weise mit Klimapräferenzen der Raumnutzer abgeglichen werden. In vielen Fällen kann dadurch ein Nutzerkomfort und damit eine Nutzerzufriedenheit erheblich verbessert werden.

[0009] Vorteilhafte Ausführungsformen und Weiterbildungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

[0010] Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung kann das Raumklima an die Klimapräferenzen von gemäß der energiesparenden Verteilung verteilten Raumnutzern angenähert werden. Dies kann insbesondere durch aktives Ansteuern einer Heizung, einer Klimaanlage, einer Lüftung und/oder einer Beschattungsanlage erfolgen. Wegen einer immanenten Trägheit der vorgenannten Klimaregelsysteme können diese vorzugsweise schon angesteuert werden, bevor die Raumnutzer tatsächlich gemäß der energiesparenden Verteilung positioniert sind oder positioniert werden.

[0011] Gemäß weiterer vorteilhafter Ausführungsformen der Erfindung können als Einflussfaktoren eine Temperatur, eine Luftfeuchtigkeit, eine Lüftung, eine Helligkeit, eine Abschattung oder andere Raumklimadaten des Raumes; aktuelle, historische oder vorhergesagte Wetterdaten; ein Raumnutzungsverhalten; und/oder eine Fensterstellung, eine Türstellung oder eine Stellung einer Beschattungsanlage vorzugsweise sensorisch und/oder ortsspezifisch erfasst werden. Alternativ oder zusätzlich können auch historische Raumklimadaten und/oder andere historische Einflussfaktoren erfasst und verwendet werden. Eine Berücksichtigung der vorgenannten Einflussfaktoren erlaubt in der Regel eine verhältnismäßig genaue Simulation eines Raumklimas.

[0012] Nach einer besonders vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung kann ein digitales Gebäudemodell für den Raum eingelesen werden. Anhand des digitalen Gebäudemodells können dann die Energieaufwände simuliert werden. Insofern eine Raumgeometrie sowie die Eigenschaften von Gebäudeelementen des Raumes in der Regel einen erheblichen Einfluss auf ein Raumklima haben, kann die Simulation durch Nutzung eines digitalen Gebäudemodells häufig wesentlich vereinfacht oder verbessert werden.

[0013] Als digitales Gebäudemodell kann insbesondere ein semantisches Gebäudemodell eingelesen werden. Dabei kann ein Gebäudeelementtyp des semantischen Gebäudemodells einer gebäudeelementtypspezifischen Simulatorkomponente zugeordnet werden, die durch eine Angabe des semantischen Gebäudemodells über ein Gebäudeelement dieses Gebäudeelementtyps initialisiert werden kann. Hierdurch kann der Simulator in vielen Fällen in effizienter Weise modularisiert werden, was eine Konfiguration oder Initialisierung des Simulators in der Regel vereinfacht.

[0014] Nach einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung kann der Raum oder ein Bauplan des Raumes gescannt und abhängig davon das digitale Gebäudemodell generiert werden.

[0015] Weiterhin kann ein Wärmebild des Raumes aufgenommen werden, mittels dessen der Simulator kalibriert wird. Durch eine solche Kalibrierung anhand von realen Wärmedaten kann eine Genauigkeit der Simulation, insbesondere einer Temperatur- oder Strömungssimulation in der Regel verbessert werden. Alternativ oder zusätzlich kann eine aktuelle Temperaturverteilung im Raum zur Kalibrierung des Simulators durch Temperatursensoren, mittels einer weiteren Simulation, anhand von Wetterdaten, anhand von Daten eines digitalen Gebäudemodells und/oder anhand von Daten eines Building-Management-Systems ermittelt oder geschätzt werden.

[0016] Nach einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung kann zur Simulation eines jeweiligen Energieaufwands eine Abweichung zwischen einem simulierten Raumklima und den Klimapräferenzen von gemäß einer jeweiligen Verteilung verteilten Raumnutzern ermittelt werden. Damit kann ein Energieaufwand für eine die Abweichung verringernde oder minimierende Anpassung des Raumklimas ermittelt werden. Insbesondere kann ein ggf. minimaler Energieaufwand ermittelt werden, bei dem die resultierende Abweichung einen vorgegebenen Toleranzwert nicht überschreitet.

[0017] Nach einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung können die Energieaufwände für Variationen der Klimapräferenzen und/oder der Einflussfaktoren simuliert werden. Damit kann für die Verteilungen der Raumnutzer jeweils ein Sensitivitätswert ermittelt werden, der eine Variation der Energieaufwände bei Variation der Klimapräferenzen und/oder der Einflussfaktoren quantifiziert. Die energiesparende Verteilung kann dann abhängig von den ermittelten Sensitivitätswerten ermittelt werden. Ein kleinerer Sensitivitätswert zeigt dabei in der Regel eine geringere Abhängigkeit des Energieaufwandes von den Klimapräferenzen und/oder den Einflussfaktoren an. Falls sich Einflussfaktoren oder Klimapräferenzen ändern, erfordern weniger sensitive Verteilungen in der Regel geringere Anpassungen und sind aus diesem Grund gegenüber sensitiveren Verteilungen oft zu bevorzugen.

[0018] Weiterhin kann eine Schwankungsangabe über eine zu erwartende Schwankung einer Belegung des

Raumes durch Raumnutzer eingelesen werden. Die energiesparende Verteilung kann dann abhängig von der Schwankungsangabe ermittelt werden. Anhand einer solchen Schwankungsangabe kann die Simulation in vielen Fällen verbessert werden. Die Schwankungsangabe kann insbesondere historische Daten über eine Raumbellegung im Tages-, Wochen- oder Jahresverlauf umfassen.

[0019] Darüber hinaus kann eine aktuelle Belegung des Raumes durch Raumnutzer erfasst werden. Die energiesparende Verteilung kann dann abhängig von der aktuellen Belegung ermittelt werden. Insofern eine Verteilung von Klimapräferenzen in der Regel auch von einer aktuellen Raumbellegung abhängt, kann mit dieser Information die Simulation in der Regel verbessert werden.

[0020] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird nachfolgend anhand der Zeichnung näher erläutert. Dabei zeigen jeweils in schematischer Darstellung:

Figur 1 eine erfindungsgemäße Anordnung zum Abgleichen eines Raumklimas eines Raumes mit Klimapräferenzen von Raumnutzern,

Figur 2 verschiedene Verteilungen von Raumnutzern mit unterschiedlichen Klimapräferenzen,

Figur 3 ein erstes Diagramm zur Veranschaulichung eines Zusammenhangs zwischen einer Erfüllung von Klimapräferenzen und einem Energieaufwand, und

Figur 4 ein zweites Diagramm zur Veranschaulichung eines weniger sensitiven Zusammenhangs zwischen einer Erfüllung von Klimapräferenzen und einem Energieaufwand.

[0021] Figur 1 zeigt in schematischer Darstellung eine erfindungsgemäße Anordnung A zum Abgleichen eines Raumklimas eines Raumes R mit Klimapräferenzen von Raumnutzern. Die Anordnung A ist computergesteuert und verfügt über einen oder mehrere Prozessoren PROC zum Ausführen der erfindungsgemäßen Verfahrensschritte sowie über einen oder mehrere Speicher MEM zum Speichern von durch die Anordnung A zu verarbeitenden Daten. Der Raum R kann ein Teil eines Gebäudes oder eines Bauwerks sein, wie z.B. ein Großraumbüro, eine Fabrikhalle, ein Wohnraum oder ein anderer Raum, dessen Raumklima mit Klimapräferenzen von Raumnutzern abzugleichen ist. Das Raumklima kann insbesondere eine Temperatur, eine Luftfeuchtigkeit, eine Lüftung, eine Helligkeit, eine Abschattung und/oder eine Sonneneinstrahlung des Raumes R umfassen oder betreffen. Das Raumklima wird vorzugsweise ortsabhängig betrachtet oder erfasst.

[0022] Der Raum R weist ein Regelsystem H zum vorzugsweisen ortsabhängigen Regeln des Raumklimas auf. Das Regelsystem H kann beispielsweise eine Heizungsanlage, eine Klimaanlage, eine Lüftung und/oder

eine Beschattungseinrichtung umfassen.

[0023] Weiterhin weist der Raum R und/oder seine Umgebung eine Sensorik S auf, die physikalische Einflussfaktoren EF auf das Raumklima vorzugsweise ortspezifisch misst oder anderweitig erfasst. Darüber hinaus erfasst die Sensorik S vorzugsweise auch eine aktuelle Belegung des Raumes R durch Raumnutzer. Als Einflussfaktoren EF können insbesondere eine Temperatur, eine Luftfeuchtigkeit, eine Lüftung, eine Helligkeit, eine Abschattung, eine Sonneneinstrahlung, eine Fensterstellung, eine Türstellung, eine Stellung einer Abschattungsanlage, ein Raumnutzungsverhalten oder andere Raumklimadaten des Raumes vorzugsweise ortspezifisch erfasst werden.

[0024] Als weitere physikalische Einflussfaktoren EF können vorhergesagte, aktuelle oder historische Wetterdaten WD beispielsweise aus dem Internet IN abgerufen werden.

[0025] Während aktuelle Raumklimadaten oder Umgebungsdaten, wie z.B. eine Außentemperatur vorzugsweise mittels der Sensorik S erfasst werden, können historische Raumklimadaten oder andere Einflussfaktoren auf das Raumklima z.B. aus einer Datenbank DB eingelesen werden.

[0026] Im vorliegenden Ausführungsbeispiel wird durch die Anordnung A von der Datenbank DB insbesondere ein digitales, semantisches Gebäudemodell BIM eingelesen, durch das der Raum R baulich spezifiziert wird. Das semantische Gebäudemodell BIM ist vorzugsweise ein sogenanntes BIM-Modell (BIM: Building Information Model) oder ein anderes CAD-Modell. Das semantische Gebäudemodell BIM beschreibt eine Geometrie des Raumes R sowie eine Vielzahl von dessen Gebäudeelementen, wie z.B. Wände, Decken, Böden, Fenster oder Türen in maschinenlesbarer Form mittels einer Vielzahl von Gebäudeelementangaben. Insofern die Geometrie und die spezifischen Gebäudeelemente eines Raumes einen wesentlichen Einfluss auf dessen Raumklima haben, können das semantische Gebäudemodell BIM oder darin enthaltene Angaben auch als physikalische Einflussfaktoren aufgefasst werden.

[0027] Erfindungsgemäß soll durch die Anordnung A das Raumklima des Raumes R mit Klimapräferenzen der Raumnutzer abgeglichen werden. Zu diesem Zweck werden durch die Anordnung A Klimapräferenzen der Raumnutzer über deren Mobiltelefone MT abgefragt und/oder gespeicherte oder historische Klimapräferenzen eingelesen. Die Klimapräferenzen können insbesondere eine Temperatur, eine Luftfeuchtigkeit, eine Lüftung, eine Helligkeit, eine Abschattung und/oder eine Sonneneinstrahlung des Raumes R betreffen.

[0028] Im vorliegenden Ausführungsbeispiel werden als Klimapräferenzen aus Gründen der Übersichtlichkeit nur zwei Temperaturpräferenzen T1 und T2 der Raumnutzer betrachtet. Dabei könnte T1 für eine Temperaturpräferenz "eher kühl" und T2 für eine Temperaturpräferenz "eher warm" stehen. Die Klimapräferenzen T1 und T2 können beispielsweise durch Temperaturintervalle

spezifiziert sein.

[0029] Zum Simulieren des Raumklimas des Raumes R verfügt die Anordnung A über einen Simulator SIM. Zum Zweck dieser Simulation werden in den Simulator SIM das semantische Gebäudemodell BIM, die physikalischen Einflussfaktoren EF, die Wetterdaten WD sowie die Klimapräferenzen T1 und T2 eingespeist.

[0030] Der Simulator SIM kann spezifische Simulatorkomponenten z.B. zur Temperatursimulation und/oder zur Strömungssimulation umfassen. Gegebenenfalls kann eine Temperatursimulation des Simulators SIM anhand von aufgenommenen Wärmebildern des Raumes R kalibriert werden.

[0031] Darüber hinaus kann der Simulator SIM für verschiedene Gebäudeelementtypen, wie z.B. Fenster, Türen oder Wände des semantischen Gebäudemodells BIM jeweils eine gebäudeelementtypspezifische Simulatorkomponente umfassen. Letztere kann dann durch Angaben des semantischen Gebäudemodells BIM über konkrete Gebäudeelemente des jeweiligen Gebäudeelementtyps initialisiert werden. So kann eine jeweilige Wand des Raumes R mit einer Simulatorkomponente gekoppelt werden, die spezifisch eine Wärmeleitung durch die Wand simuliert und anhand von Angaben über die Wärmeleitfähigkeit der Wand aus dem semantischen Gebäudemodell BIM initialisiert wird. Auf die vorstehende Weise kann eine Konfiguration oder Initialisierung von Simulationsmodellen oder anderen Simulatorkomponenten des Simulators SIM in vielen Fällen automatisiert oder vereinfacht werden.

[0032] Die Anordnung A verfügt weiterhin über einen mit dem Simulator SIM gekoppelten Generator GEN zum Generieren von Verteilungen D1,...,DN von Raumnutzern im Raum R. Eine jeweilige Verteilung D1, ... bzw. DN kann dabei vorzugsweise durch eine Datenstruktur dargestellt werden, die die Positionen von Raumnutzern im Raum R angibt.

[0033] In den Generator GEN werden die Klimapräferenzen, hier T1 und T2 eingespeist. Anhand der Klimapräferenzen T1 und T2 werden durch den Generator GEN bevorzugt Verteilungen D1,...,DN generiert, bei denen Raumnutzer mit gleicher oder ähnlicher Klimapräferenz zueinander benachbart positioniert sind. Die generierten Verteilungen D1,...,DN werden von Generator GEN zum Simulator SIM übermittelt.

[0034] Der Simulator SIM simuliert abhängig von den Einflussfaktoren EF für die übermittelten Verteilungen D1,...,DN jeweils einen Energieaufwand E1,... bzw. EN für eine Anpassung des Raumklimas an die gemäß D1,... bzw. DN verteilten Klimapräferenzen, hier T1 und T2. Dabei werden zur Ermittlung des jeweiligen Energieaufwandes E1,... bzw. EN jeweils Abweichungen zwischen verschiedenen simulierten Raumklimata und den Klimapräferenzen der gemäß D1,... bzw. DN verteilten Raumnutzer ermittelt. Anhand der Abweichungen wird für eine jeweilige Verteilung D1,... bzw. DN ein Energieaufwand E1,... bzw. EN ermittelt, durch den eine Abweichung verringert oder minimiert wird. Vorzugsweise kann hierbei

ein Toleranzwert für die Abweichungen vorgegeben werden. Damit kann ein ggf. minimaler Energieaufwand $E_1, \dots$ bzw. EN ermittelt werden, bei dem die resultierende Abweichung den vorgegebenen Toleranzwert nicht überschreitet.

[0035] Die obigen Energieaufwände $E_1, \dots, EN$ werden im vorliegenden Ausführungsbeispiel zusätzlich für eine Vielzahl von Variationen der Klimapräferenzen, hier T_1 und T_2 , und/oder der Einflussfaktoren EF simuliert. Dabei wird für eine jeweilige Verteilung $D_1, \dots$, bzw. DN jeweils ermittelt, wie stark ein jeweiliger Energieaufwand $E_1, \dots$ bzw. EN bei Variation der Klimapräferenzen T_1 , T_2 und/oder der Einflussfaktoren EF variiert. Die resultierende Variation des jeweiligen Energieaufwands $E_1, \dots$ bzw. EN wird durch einen verteilungsspezifischen Sensitivitätswert $S_1, \dots$ bzw. SN quantifiziert. Ein kleinerer Sensitivitätswert $S_1, \dots$ bzw. SN zeigt dabei eine geringere Abhängigkeit des Energieaufwandes $E_1, \dots$ bzw. EN von den Klimapräferenzen T_1 , T_2 und/oder den Einflussfaktoren EF an. Verteilungen mit kleineren Sensitivitätswerten sind also robuster gegenüber Schwankungen von Klimapräferenzen und/oder Einflussfaktoren. Falls sich Einflussfaktoren oder Klimapräferenzen ändern, erfordern robuste Verteilungen in der Regel geringere Anpassungen und sind aus diesem Grund gegenüber weniger robusten Verteilungen oft zu bevorzugen.

[0036] Die Verteilungen $D_1, \dots, DN$, die ermittelten Energieaufwände $E_1, \dots, EN$ sowie die ermittelten Sensitivitätswerte $S_1, \dots, SN$ werden vom Simulator SIM zu einem mit dem Simulator SIM gekoppelten Selektionsmodul SEL übermittelt.

[0037] Darüber hinaus wird ggf. die von der Sensorik S aktuell gemessene Raumbelugung und/oder eine Schwankungsangabe über eine zu erwartende Schwankung der Raumbelugung zum Selektionsmodul SEL übermittelt. Die Schwankungsangabe kann dabei aus der Datenbank DB eingelesen werden und insbesondere historische Daten über eine Raumbelugung im Tages-, Wochen- oder Jahresverlauf umfassen.

[0038] Das Selektionsmodul SEL dient zum Ermitteln und Selektieren einer energiesparenden Verteilung von Raumnutzern abhängig von den Energieaufwänden $E_1, \dots, EN$ und den Sensitivitätswerten $S_1, \dots, SN$. Hierbei wird eine Verteilung mit einem verhältnismäßig geringen Energiebedarf und einem verhältnismäßig geringen Sensitivitätswert selektiert. Ggf. kann eine gewichtete Summe eines jeweiligen Energieaufwands $E_1, \dots$ bzw. EN und des jeweils zugeordneten Sensitivitätswerts $S_1, \dots$ bzw. SN gebildet werden. In diesem Fall kann eine Verteilung mit der kleinsten gewichteten Summe als energiesparende Verteilung selektiert werden.

[0039] Neben den Energieaufwänden $E_1, \dots, EN$ und den Sensitivitätswerten $S_1, \dots, SN$ kann bei der Selektion der energiesparenden Verteilung auch die Raumbelugung und/oder die Schwankungsangabe berücksichtigt werden. Insbesondere kann die Schwankungsangabe mit den Sensitivitätswerten $S_1, \dots, SN$ verglichen werden. Abhängig davon können Verteilungen für die Selektion

verworfen werden, die gemäß ihrem Sensitivitätswert zu sensitiv auf die zu erwartenden Schwankungen reagieren.

[0040] Für das vorliegende Ausführungsbeispiel sei angenommen, dass die Verteilung D_2 die vorstehenden Kriterien für eine wenig sensitive energiesparende Verteilung am besten erfüllt und deshalb selektiert wird.

[0041] Die selektierte energiesparende Verteilung D_2 wird vom Selektionsmodul SEL zu einer mit diesem gekoppelten Ortszuteilungseinrichtung POE übermittelt. Die Ortszuteilungseinrichtung POE ermittelt für einen jeweiligen in der Verteilung D_2 angegebenen Raumnutzer dessen dort angegebene individuelle Position im Raum R und fügt diese in eine raumnutzerindividuelle Ortszuteilungsangabe POS ein. Die jeweiligen Ortszuteilungsangaben POS werden dann von der Ortszuteilungseinrichtung POE für jeden Raumnutzer individuell auf dessen Mobiltelefon MT übermittelt. Durch die jeweilige Ortszuteilungsangabe POS wird dem jeweiligen Raumnutzer eine individuell optimierte Position, beispielsweise in einem Großraumbüro zugeteilt.

[0042] Weiterhin werden die selektierte energiesparende Verteilung D_2 sowie der zugehörige Energieaufwand E_2 vom Selektionsmodul SEL zu einer mit diesem gekoppelten Steuereinrichtung CTL übermittelt. Die Steuereinrichtung CTL dient zum Ansteuern und Einstellen des Regelsystems H abhängig von der selektierten energiesparenden Verteilung D_2 und dem ermittelten Energieaufwand E_2 . Zu diesem Zweck werden von der Steuereinrichtung CTL entsprechende Steuerdaten CD zum Regelsystem H übermittelt. Insofern derartige Klimaregelsysteme oft träge reagieren, kann das Regelsystem H vorzugsweise schon ansteuert werden, bevor die Raumnutzer entsprechend der selektierten Verteilung D_2 verteilt sind oder verteilt werden.

[0043] Durch die an Klimapräferenzen orientierte Verteilung von Raumnutzern im Raum sowie durch die aktive Steuerung des Regelsystems H kann ein Raumklima auf effiziente und energiesparende Weise mit Klimapräferenzen der Raumnutzer abgeglichen werden. In vielen Fällen kann dadurch ein Nutzerkomfort und damit eine Nutzerzufriedenheit erheblich verbessert werden.

[0044] Figur 2 veranschaulicht unterschiedliche Verteilungen $D_1, \dots, D_6$ von Raumnutzern im Raum R , die nach ihren unterschiedlichen Klimapräferenzen, hier T_1 und T_2 , gruppiert sind. Die Verteilungen $D_1, \dots, D_6$ sind hierbei eine beispielhafte Auswahl aus den oben beschriebenen Verteilungen $D_1, \dots, DN$. Mögliche Aufenthaltsorte der Raumnutzer innerhalb des Raumes R sind in Figur 2 durch kleine Rechtecke veranschaulicht.

[0045] Durch die Gruppierung der Raumnutzer nach ihren Klimapräferenzen T_1 und T_2 wird der Raum R für eine jeweilige Verteilung $D_1, \dots, D_6$ in verschiedene Raumklimazonen TZ_1 und TZ_2 eingeteilt. Dabei ist die Raumklimazone TZ_1 jeweils derjenige Bereich des Raumes R , in dem sich Raumnutzer mit der Klimapräferenz T_1 befinden. Entsprechend ist die Raumklimazone TZ_2 jeweils derjenige Bereich des Raumes R , in dem sich

Raumnutzer mit der Klimapräferenz T2 befinden. Die Raumklimazonen TZ1 und TZ2 sind in Figur 2 jeweils durch eine punktierte Linie markiert. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel sind die Raumklimazonen TZ1 und TZ2 Temperaturzonen.

[0046] Wie oben bereits ausgeführt, simuliert der Simulator SIM für jede Verteilung D1,...,D6 jeweils denjenigen Energieaufwand E1,...,E6, der benötigt wird, um in den jeweiligen Raumklimazonen TZ1 und TZ2 das entsprechende Raumklima zu schaffen.

[0047] Die einheitlichen Verteilungen D4 und D5 sind im obigen Sinne offenbar weniger robust. Die Verteilungen D4 und D5 sind nur dann für alle Raumnutzer komfortabel, wenn diese die gleiche Klimapräferenz haben. Erfahrungsgemäß ist dies aber nur bei wenigen Raumnutzerverteilungen der Fall.

[0048] Die Figuren 3 und 4 veranschaulichen beispielhaft jeweils einen Zusammenhang zwischen einem Energieaufwand E und einer daraus resultierenden Erfüllung von Klimapräferenzen von Raumnutzern. Der Energieaufwand E kann dabei insbesondere eine Heizleistung sein. In den dargestellten schematischen Diagrammen ist jeweils eine Abweichung DEL zwischen einem simuliertem Raumklima und den Klimapräferenzen der Raumnutzer gegen den Energieaufwand E aufgetragen. Insofern ein Komfort der Raumnutzer mit steigender Abweichung DEL sinkt, ist zur Optimierung des Komforts eine möglichst kleine Abweichung DEL anzustreben.

[0049] In dem in Figur 3 dargestellten, ersten Diagramm ist ein Verlauf der Abweichung DEL für Raumnutzerverteilungen dargestellt, die einen höheren Sensitivitätswert aufweisen, d.h. weniger robust sind. Dabei sind die Verteilungen D4, D5 und D6 hervorgehoben. Die geringere Robustheit der dargestellten Verteilungen ist in Figur 3 insbesondere dadurch ersichtlich, dass das Minimum der Abweichung DEL relativ schmal ist. D.h. schon verhältnismäßig geringfügige Variationen der komfortoptimierenden Verteilung D6 verringern den Komfort erheblich.

[0050] Demgegenüber ist in dem in Figur 4 dargestellten, zweiten Diagramm ein Verlauf der Abweichung DEL für Raumnutzerverteilungen dargestellt, die einen geringeren Sensitivitätswert aufweisen, d.h. robuster sind. Dabei sind die Verteilungen D1, D2 und D3 hervorgehoben. Die größere Robustheit der dargestellten Verteilungen ist in Figur 4 insbesondere dadurch ersichtlich, dass das Minimum der Abweichung DEL relativ breit ist. D.h. Variationen der komfortoptimierenden Verteilung D2 verringern den Komfort verhältnismäßig wenig.

[0051] Damit der Komfort bei Veränderungen der Einflussfaktoren oder bei neu hinzukommenden Raumnutzern mit anderen Klimapräferenzen nicht erheblich sinkt oder einen zu hohen Energieaufwand erfordert, wird im vorliegenden Ausführungsbeispiel die sowohl robuste als auch energiesparende Verteilung D2 selektiert. Die Raumnutzer werden dann gemäß der selektierten Verteilung D2, wie oben beschrieben, durch individuelle Ortszuteilungsangaben POS im Raum R verteilt.

Patentansprüche

1. Computerimplementiertes Verfahren zum Abgleichen eines Raumklimas eines Raumes (R) mit Klimapräferenzen (T1, T2) von Raumnutzern, wobei
 - a) Klimapräferenzen (T1, T2) von Raumnutzern eingelesen werden,
 - b) physikalische Einflussfaktoren (EF, WD) auf das Raumklima erfasst werden,
 - c) die erfassten Einflussfaktoren (EF, WD) in einen Simulator (SIM) zum Simulieren des Raumklimas eingespeist werden,
 - d) abhängig von den erfassten Einflussfaktoren (EF, WD) mittels des Simulators (SIM) für unterschiedliche Verteilungen (D1,...,DN) von Raumnutzern im Raum (R) jeweils ein Energieaufwand (E1,...,EN) für eine Anpassung des Raumklimas an die Klimapräferenzen (T1, T2) simuliert wird,
 - e) abhängig von den simulierten Energieaufwänden (E1,...,EN) eine energiesparende Verteilung (D2) der Raumnutzer ermittelt wird, und
 - f) gemäß der energiesparenden Verteilung (D2) Ortszuteilungsangaben (POS) für Raumnutzer ausgegeben werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Raumklima an die Klimapräferenzen (T1, T2) von gemäß der energiesparenden Verteilung (D2) verteilten Raumnutzern angenähert wird.
3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Einflussfaktoren (EF, WD)
 - eine Temperatur, eine Luftfeuchtigkeit, eine Lüftung, eine Helligkeit, eine Abschattung oder andere Raumklimadaten des Raumes,
 - aktuelle, historische oder vorhergesagte Wetterdaten (WD),
 - ein Raumnutzungsverhalten und/oder
 - eine Fensterstellung, eine Türstellung oder eine Stellung einer Beschattungsanlage
 vorzugsweise sensorisch erfasst werden.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein digitales Gebäudemodell (BIM) für den Raum (R) eingelesen wird, und **dass** die Energieaufwände (E1,...,EN) anhand des digitalen Gebäudemodells (BIM) simuliert werden.
5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** als digitales Gebäudemodell (BIM) ein seman-

- tisches Gebäudemodell eingelesen wird,
dass ein Gebäudeelementtyp des semantischen Gebäudemodells (BIM) einer gebäudeelementtypspezifischen Simulatorkomponente zugeordnet wird, und
dass die gebäudeelementtypspezifische Simulatorkomponente durch eine Angabe des semantischen Gebäudemodells (BIM) über ein Gebäudeelement dieses Gebäudeelementtyps initialisiert wird.
6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Raum (R) oder ein Bauplan des Raumes gescannt wird, und dass abhängig davon das digitale Gebäudemodell (BIM) generiert wird.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Wärmebild des Raumes (R) aufgenommen wird, und **dass** der Simulator (SIM) mittels des Wärmebildes kalibriert wird.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Simulation eines jeweiligen Energieaufwands ($E_1, \dots, E_N$)
- eine Abweichung zwischen einem simulierten Raumklima und den Klimapräferenzen (T_1, T_2) von gemäß einer jeweiligen Verteilung ($D_1, \dots, D_N$) verteilten Raumnutzern ermittelt wird, und
 - ein Energieaufwand ($E_1, \dots, E_N$) für eine die Abweichung verringernde oder minimierende Anpassung des Raumklimas ermittelt wird.
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Energieaufwände für Variationen der Klimapräferenzen und/oder der Einflussfaktoren simuliert werden, **dass** für die Verteilungen ($D_1, \dots, D_N$) der Raumnutzer jeweils ein Sensitivitätswert ($S_1, \dots, S_N$) ermittelt wird, der eine Variation der Energieaufwände bei Variation der Klimapräferenzen und/oder der Einflussfaktoren quantifiziert, und **dass** die energiesparende Verteilung (D_2) abhängig von den ermittelten Sensitivitätswerten ($S_1, \dots, S_N$) ermittelt wird.
10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Schwankungsangabe über eine zu erwartende Schwankung einer Belegung des Raumes (R) durch Raumnutzer eingelesen wird, und **dass** die energiesparende Verteilung (D_2) abhängig von der Schwankungsangabe ermittelt wird.
11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine aktuelle Belegung des Raumes (R) durch Raumnutzer erfasst wird, **dass** die energiesparende Verteilung (D_2) abhängig von der aktuellen Belegung ermittelt wird.
12. Anordnung (A) zum Abgleichen eines Raumklimas eines Raumes (R) mit Klimapräferenzen von Raumnutzern, eingerichtet zum Ausführen eines Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche.
13. Computerprogrammprodukt, eingerichtet zum Ausführen eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 11.
14. Computerlesbares Speichermedium mit einem gespeicherten Computerprogrammprodukt nach Anspruch 13.

FIG 1

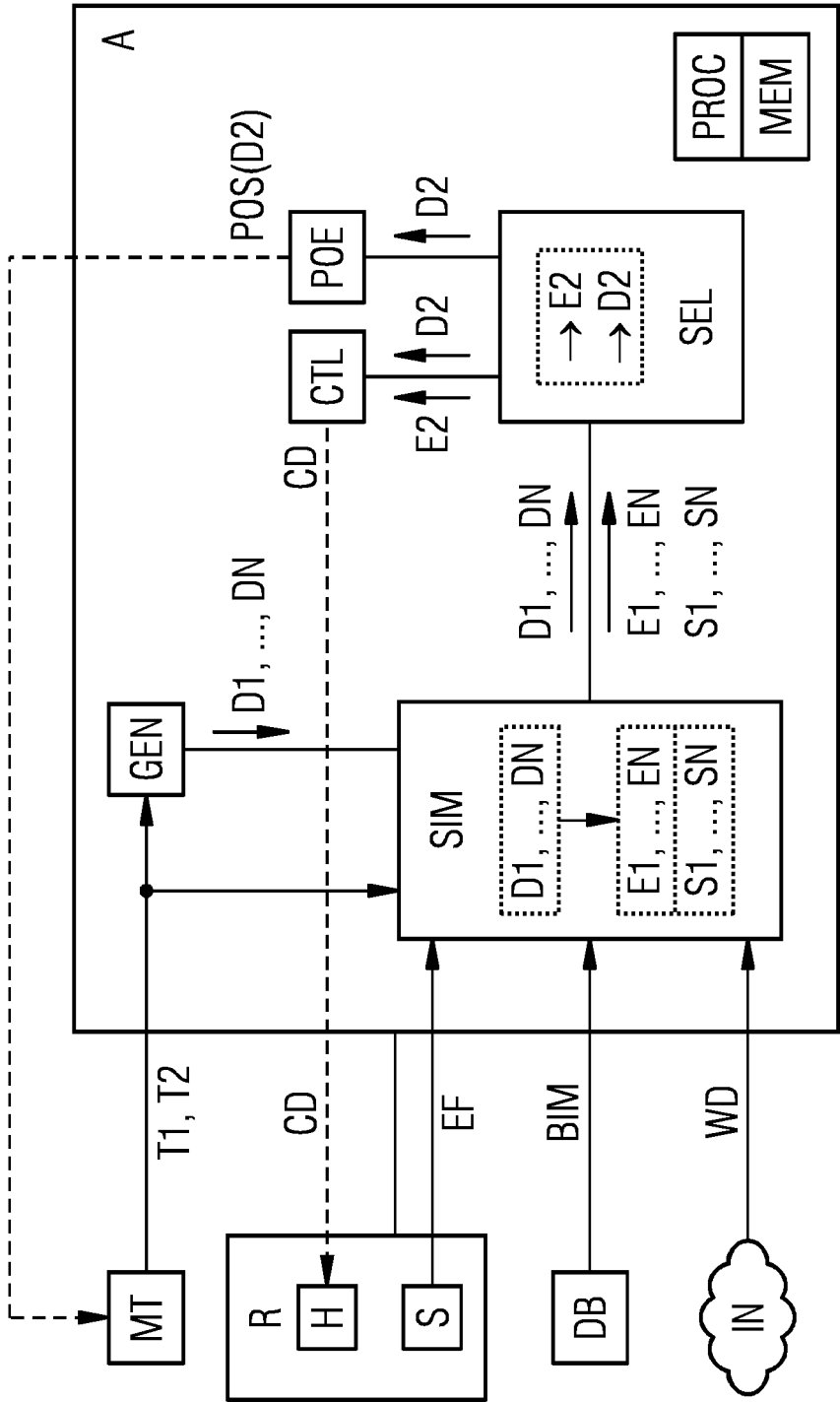


FIG 2

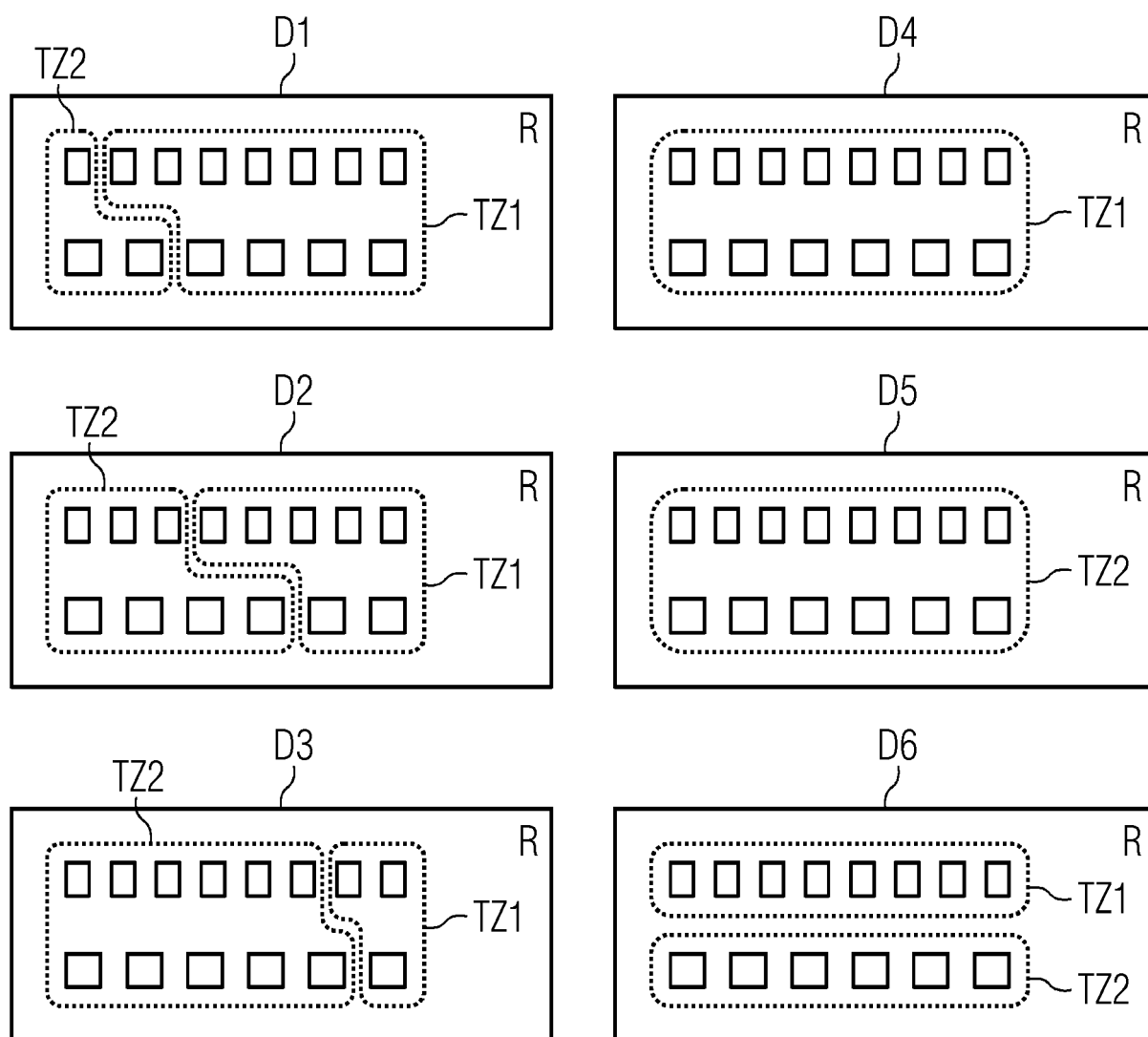


FIG 3

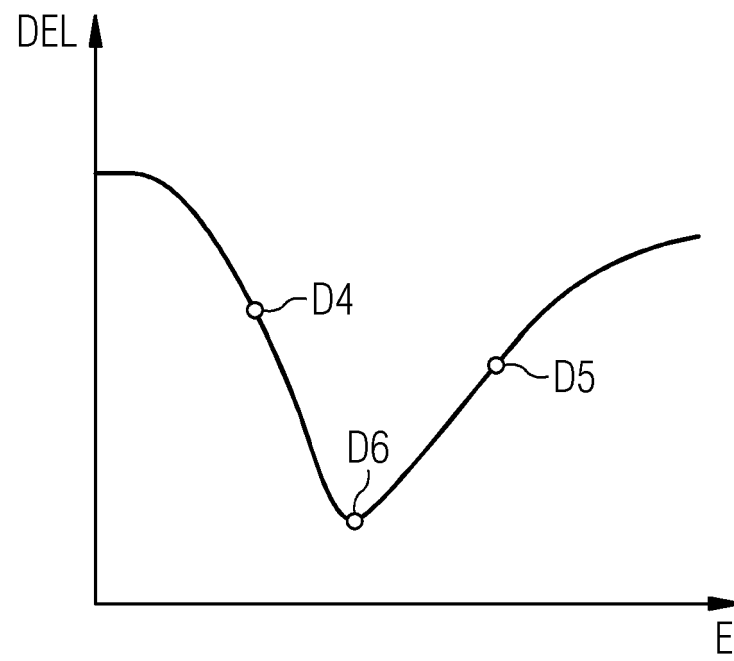
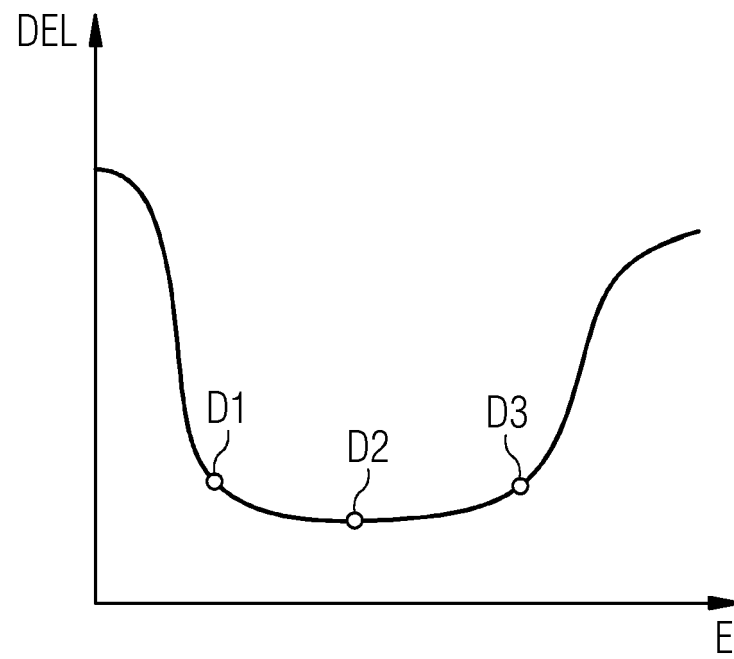


FIG 4





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 21 15 4350

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DE 20 2020 105811 U1 (HAMP QUIRIN [SE]) 27. Oktober 2020 (2020-10-27)	12	INV. F24F11/30
A	* Absätze [0071] - [0081]; Abbildungen 1-6 *	1-11,13,14	F24F11/46 F24F11/58 F24F11/64 F24F11/72
X	DE 10 2010 050726 A1 (ALPHA EOS GMBH & CO KG [DE]) 10. Mai 2012 (2012-05-10)	12	G06F30/20
A	* Zusammenfassung; Abbildungen 1,2 *	1-11,13,14	F24F110/10 F24F110/20 F24F110/50
A	US 2019/360718 A1 (OZAKI YUJI [JP]) 28. November 2019 (2019-11-28)	1-14	F24F120/12 F24F120/20 F24F130/10 F24F130/20
A	EP 3 651 032 A1 (SIEMENS SCHWEIZ AG [CH]) 13. Mai 2020 (2020-05-13)	1-14	G06F30/13
A	US 2017/300599 A1 (BECERIK-GERBER BURCIN [US] ET AL) 19. Oktober 2017 (2017-10-19)	1-14	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F24F G06F
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 28. Juni 2021	Prüfer Valenza, Davide
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 21 15 4350

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

28-06-2021

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	DE 202020105811 U1	27-10-2020	KEINE	
15	DE 102010050726 A1	10-05-2012	CA 2819419 A1	18-05-2012
			CN 103282841 A	04-09-2013
			DE 102010050726 A1	10-05-2012
			EP 2638442 A2	18-09-2013
			JP 2013545071 A	19-12-2013
20			US 2013310987 A1	21-11-2013
			WO 2012062442 A2	18-05-2012
	US 2019360718 A1	28-11-2019	CN 110300874 A	01-10-2019
			JP WO2018179750 A1	07-11-2019
25			US 2019360718 A1	28-11-2019
			WO 2018179750 A1	04-10-2018
	EP 3651032 A1	13-05-2020	EP 3651032 A1	13-05-2020
			US 2020143003 A1	07-05-2020
30	US 2017300599 A1	19-10-2017	KEINE	

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82