

FireSim – Ein virtueller Einsatzsimulator

Nils Schmeißer



**Forschungszentrum
Dresden** Rossendorf



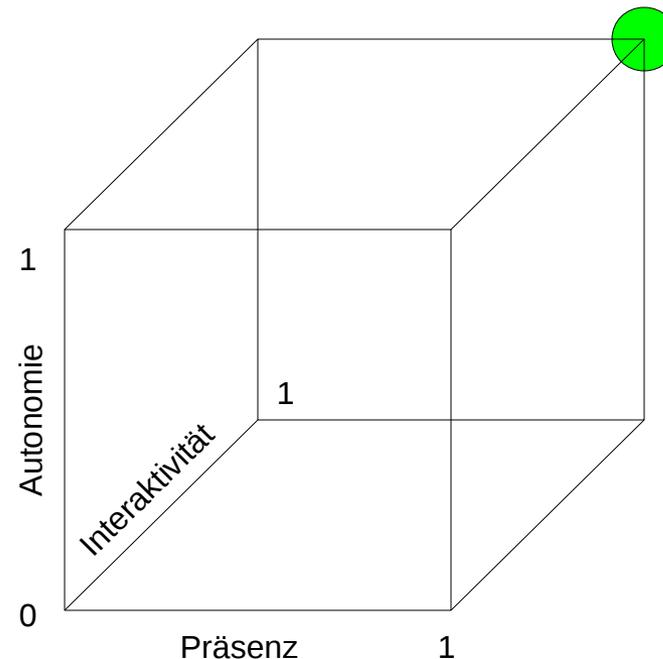
**Werkfeuerwehr
Rossendorf**

Inhalt

- Idee
 - Begriffserklärungen “virtuelle Realität”
- virtuelle Welt
- Interaktion und feed-back im Simulator
- Systemaufbau
- Einsatzszenarien
 - Personensuche
 - Strahlenschutz Einsatz/Quellensuche
 - Brandbekämpfung
- Vor- und Nachteile des Simulatortrainings
- Ausblick

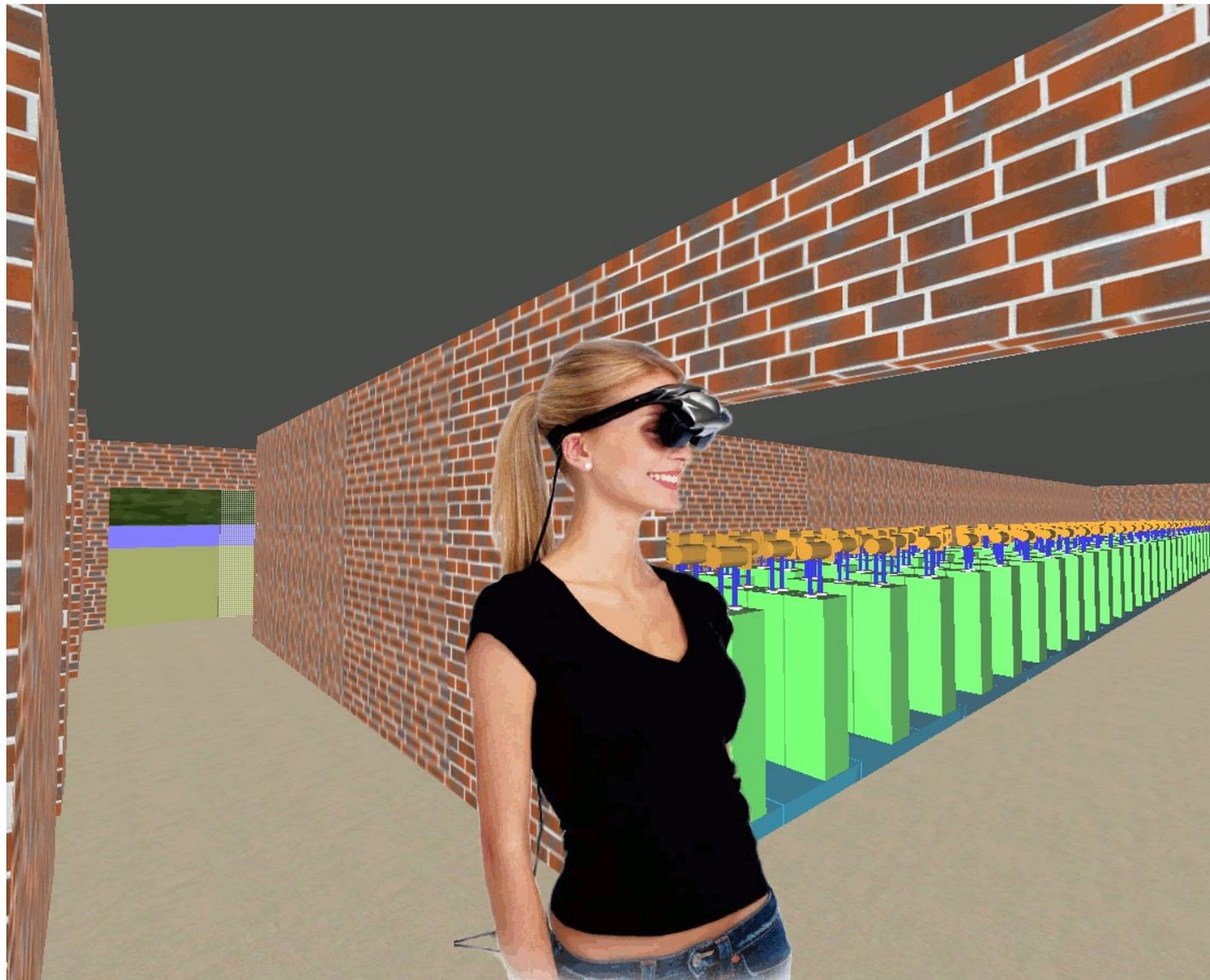
Idee

- alle Prozesse im Einsatz unterliegen Naturgesetzen
- einfache Modelle für ausgewählte Szenarien
- wichtige Kriterien für eine gute Simulation
 - Manifestation der Simulation soll nicht von der Realität unterscheidbar sein
 - der Nutzer kann in der selben Art und Weise wie in der Realität auf die Simulation einwirken
 - die Simulation folgt den zugrundeliegenden Gesetzmäßigkeiten



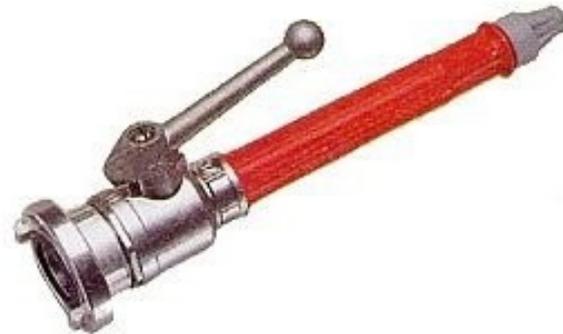
virtuelle Welt

- statische Geometrie
 - Gebäude, Räume, (passive) Gegenstände
 - z.B. aus CAD-Zeichnungen, Laufkarten
- dynamische Objekte (Personen, Feuer, ...)
 - Zustandsparameter der Objekte zeitlich veränderlich
 - Ort und Lage Einsatzkraft, Personen
 - Ort und Lage von Strahlenquellen
 - Ort und Zustand Brandherde
 - “Kern” der Simulation
- Nutzer bewegt sich frei innerhalb der virtuellen Welt

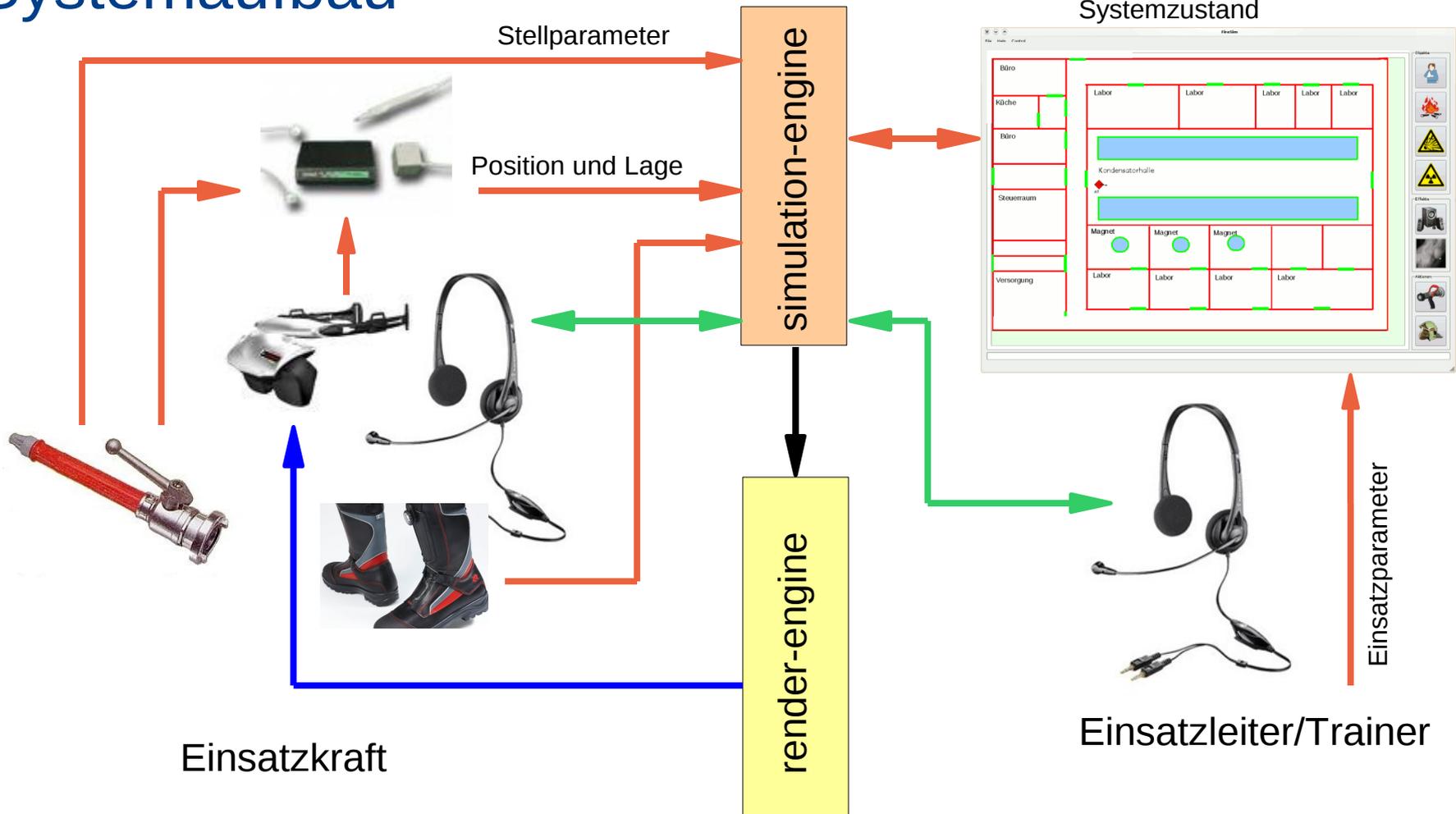


Interaktion und feed-back im Simulator

- Bestimmung der Position in der virtuellen Welt
 - Tracking System
 - Laufparadigma
 - Kollisionserkennung
- Eingabegeräte
 - Bedienung wie in der Realität
 - modifiziertes C-Strahlrohr
 - Attrappe für Teleprobe FH40G
 - Kontrolle von Prozessen
 - Funkverkehr
 - Wasserversorgung
- optische, haptische und akkustische Rückmeldung



Systemaufbau



Systemaufbau

- PC mit Linux, mid-range Grafikkarte, Soundkarte
 - 2 * quad-core AMD, nVidia Quadro FX 3700
- Tracking System
 - Polhemus Patriot
- Display
 - head mounted display (eMagin Z800)
 - Großprojektion, stereoskopisch
- Datenerfassungshardware
 - Velleman K-8055 USB Experimentierboard
- 2 head-set, ggf. Mischpult
- “Gadgets” - Eingabegeräte
 - modifiziertes C-Strahlrohr, Attrappe Teleprobe, ...

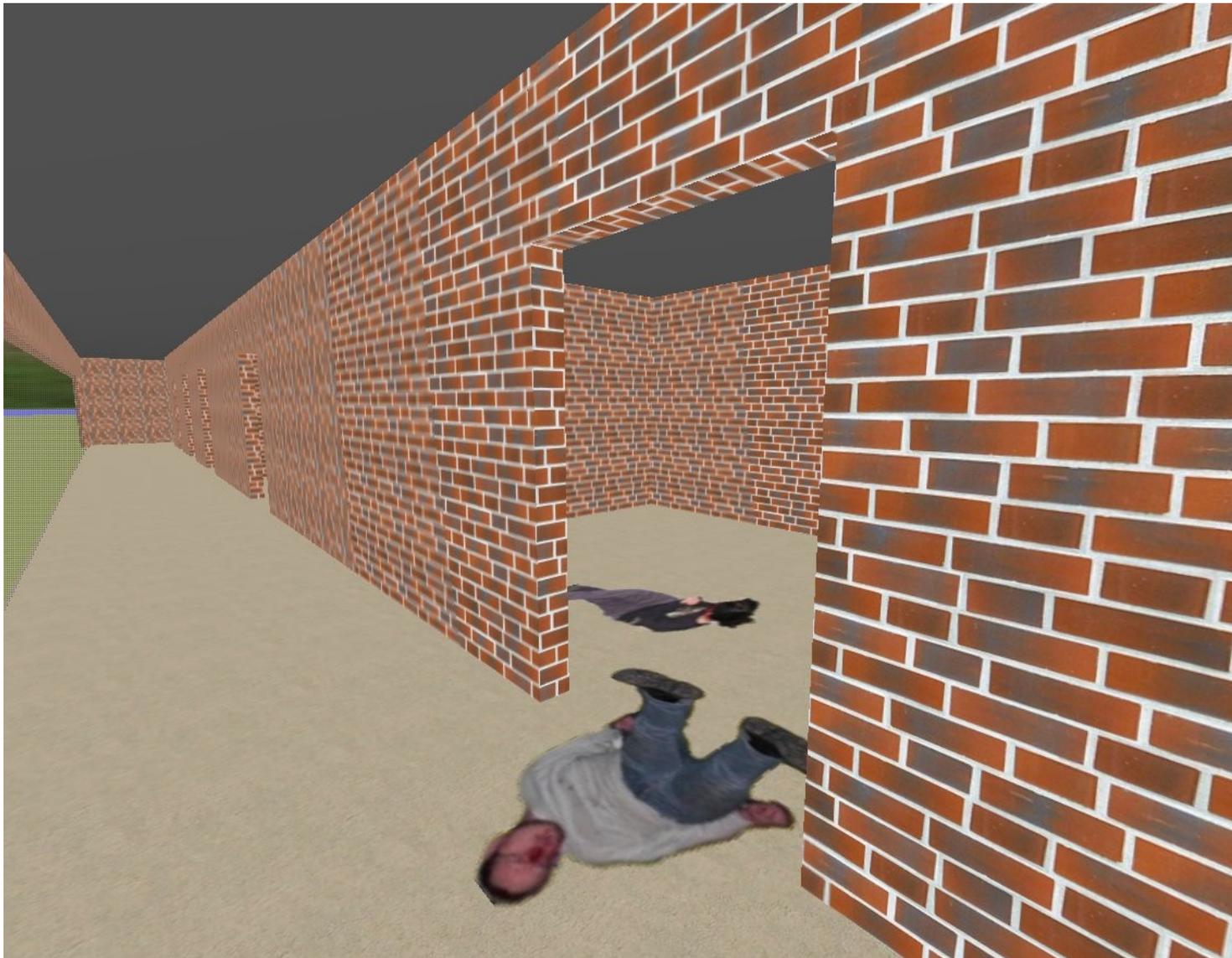
Einsatzablauf

- Szenario definieren
 - Kombinationen möglich
- Einsatzbefehl
- Ausrüsten
- Durchführen
 - Protokollierung
 - Entscheidungen
 - Funkverkehr
 - Systemparameter
 - Eingreifen möglich
 - Wiederholen möglich
- Auswertung



Personensuche

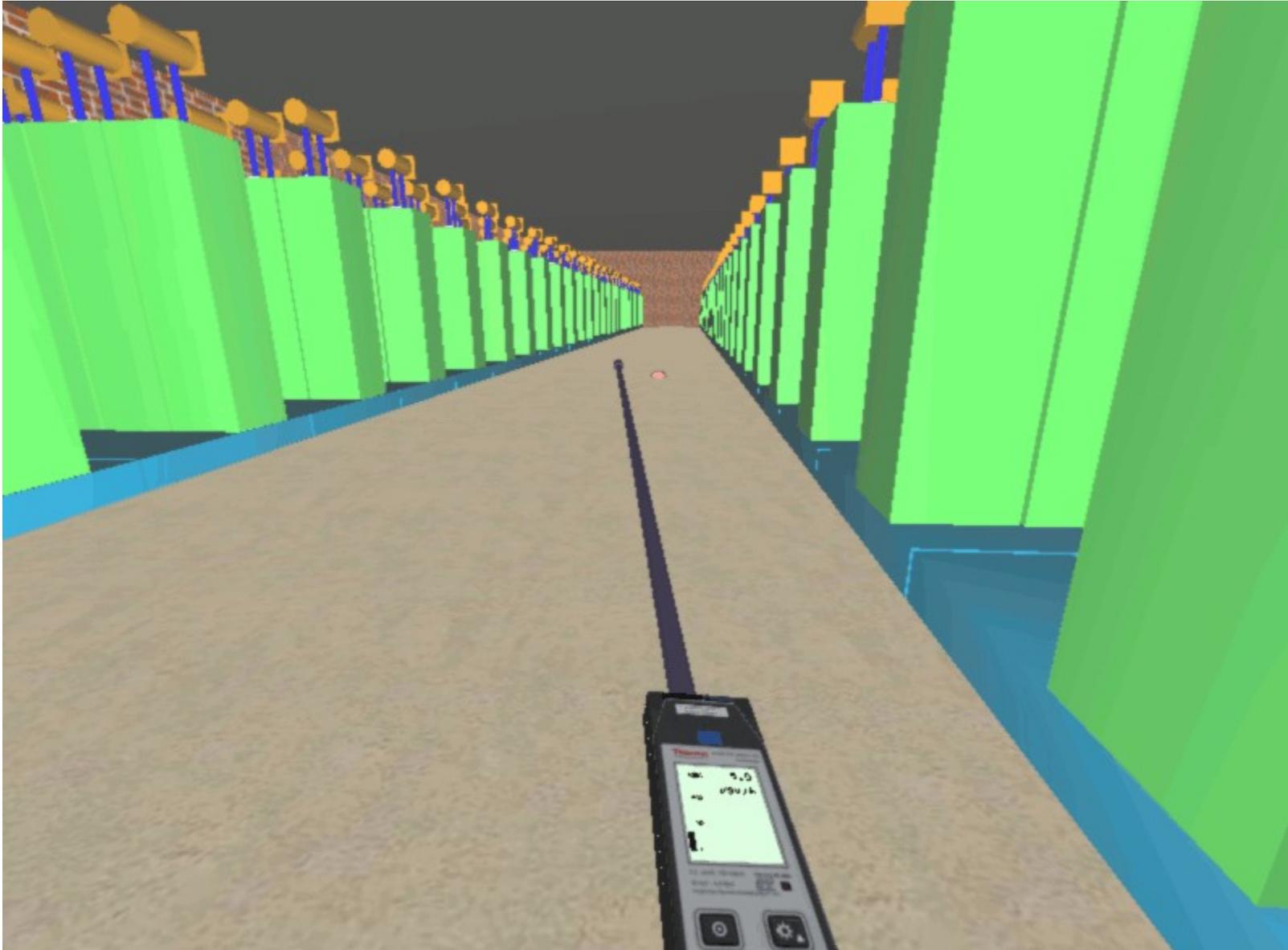
- Ziel
 - Auffinden und Retten von (verletzten) Personen
- Personmodell
 - mobil/immobil/auf der Flucht
 - agile Personen noch nicht implementiert
 - Grad der Verletzung
- Darstellung
 - optisch als Textur (Abbildung realer Person)
 - akkustisch: Schreie, Stöhnen, Husten
 - Lautstärke abhängig vom Abstand zur Einsatzkraft



Strahlenschutz Einsatz

- Ziel:
 - Festsetzen der Absperrgrenze
 - Finden und Bergen von Strahlenquellen
- Messung der Dosisleistung (Äquivalentdos./Zeit)
- Quelle wird durch Isotop und Aktivität definiert (Bq)
- Umrechnung über Dosiskonversionsfaktor (DCF)
 - abhängig vom Isotop, $0,45 \cdot 10^{-8} \dots 350 \cdot 10^{-8} \text{ Sv/Bq}$
 - vereinfacht $2,2 \cdot 10^{-8} \text{ Sv/Bq}$
- “Abstandsquadratgesetz” und Superposition

$$H = \sum DCF_i \cdot \frac{A_i}{\|\underline{x}_S - \underline{x}_i\|^2}$$



Brandbekämpfung

- Ziel:
 - Auffinden von Brandherden
 - Brandbekämpfung (Löschen)
- Brandphysik
- Löschen durch Kühlen
- optische Darstellung
 - sehr einfach, als Textur
 - hinreichend bei vernebelten Räumen
- Vernebelung
 - abhängig von der “Augenhöhe”, Sicht im unteren Bereich i.A. besser
 - stark vereinfachtes Modell, konstante Vernebelung (0..100 %)
 - $\sim (1\text{-Höhe})$

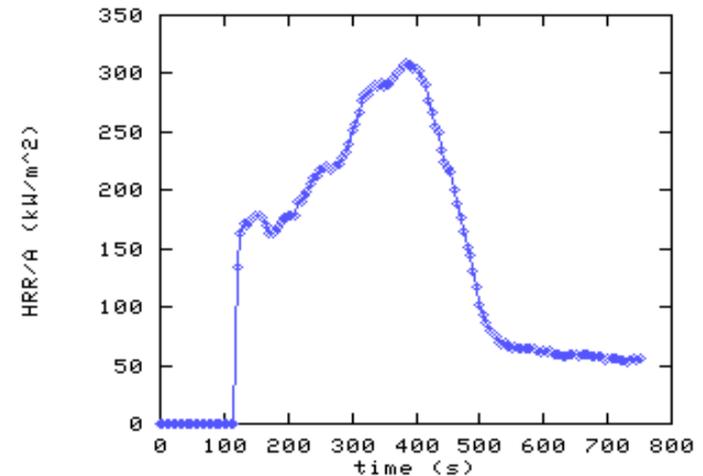


Brandbekämpfung – Modellierung Brandverhalten

- Brandphysik

- hochkomplexes Modell → NIST FDS – Fire Dynamics Simulator
- immenser Rechenaufwand (Bsp. 10 min Brandverlauf ca. 8 h Rechenzeit)
- extreme Vereinfachung:
 - Wärmeemissionsrate (heat release rate)
 - Masseverlustrate (mass loss rate)
- vereinfachter Energieansatz

$$\dot{q}_F = \dot{m} \cdot \Delta H_c$$
$$Q_F(t) = \int_0^t \dot{q}_F dt = \int_0^t \dot{m} \cdot \Delta H_c dt$$

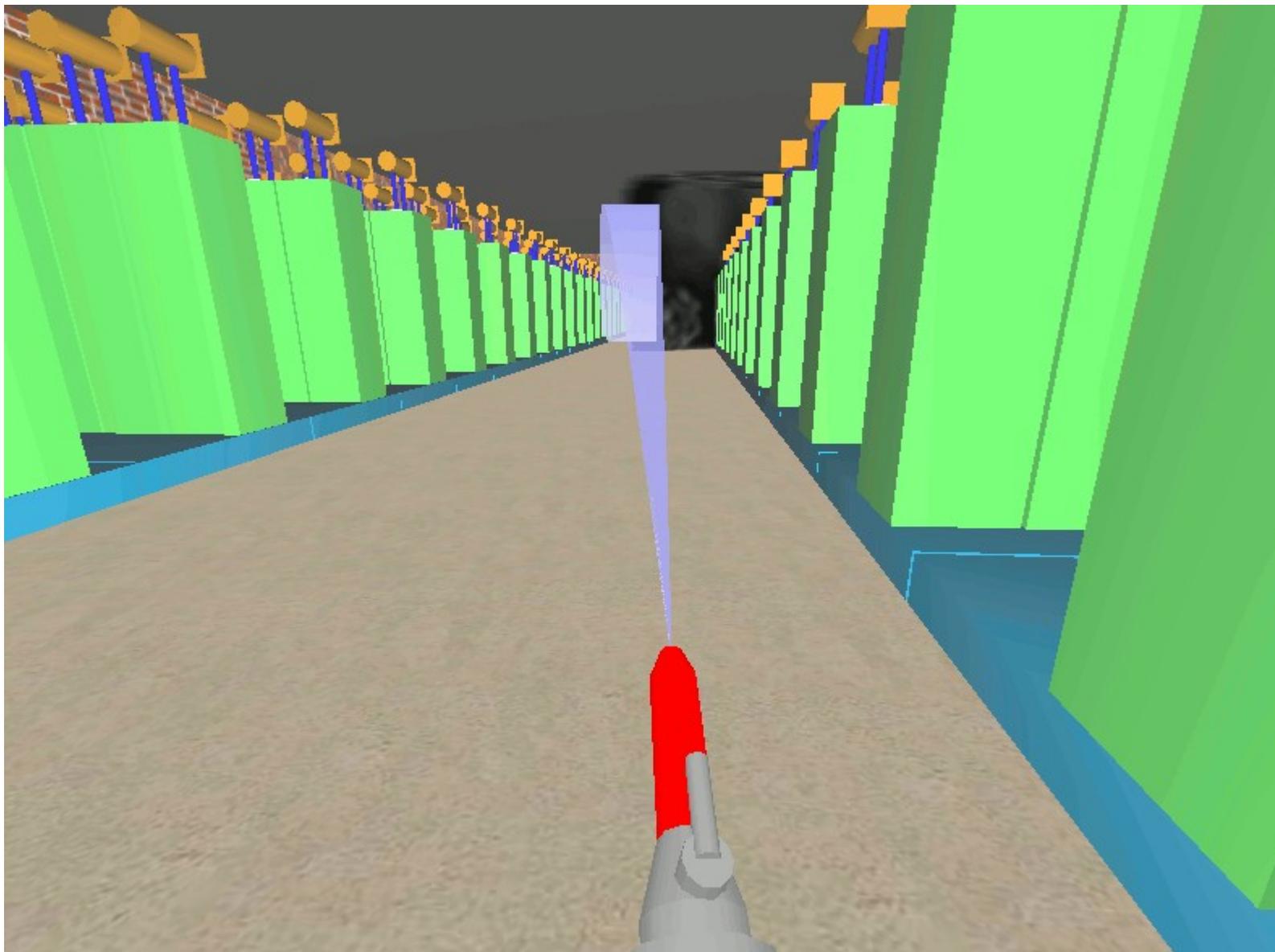


Brandbekämpfung – ein simples Löschmodell

- Löschen durch Kühlen
- Modellierung Auswurfparabel Löschmittel
 - Auswurfwinkel, Druck (Geschwindigkeit), Strahlform (Luftwiderstand)
- in Brandherd eingetragene Löschmittelmenge
 - Volumenstrom: $I_L(t)$; Berücksichtigung der Verschäumungszahl
 - $S_F(t)$: Verhältnis Eintragsfläche (A_{FL}) zu Aufschlagfläche (A_L)
 - konstante Effektivität (abhängig von Tröpfchengröße): S_L
 - Wärmekapazität+Verdampfungswärme: C_L (Wasser: 2,6 MJ/kg)

$$\dot{q}_L(t) = C_L \cdot S_L(t) \cdot S_F(t) \cdot I_L(t); S_F(t) = \frac{A_{FL}}{A_L}$$

$$\Delta Q = Q_F - Q_L = Q_F(t) - \int_0^t \dot{q}_L dt$$



Vor- und Nachteile des Simulatortrainings

- Vorteile
 - kostengünstig
 - ohne große Vorbereitung jederzeit durchführbar
 - gefahrlos
 - wiederholbar; Fehlerkorrektur
- Nachteile
 - Nachbildung realer Prozesse nicht einfach
 - verschiedene Effekte lassen sich (z.Z.) nicht darstellen
 - Hitze, Druckwellen, ...
- Anwendungen: Führungs- und Taktiktraining
 - LFS Hamburg, LFS Celle, FKS Rheinland-Pfalz, FS Kärnten, BF Frankfurt, BF Berlin, BF Hamburg
 - Virtual Fires (Tunnelbrandsimulation)
 - BF Paris - WearIT@Work

Ausblick

- Integration mit NIST FDS
- verbessertes Rendering
 - ev. Kooperation mit Fraunhofer WearIT@Work
- Erweiterungen
 - Abschirmeffekte bei Strahlersuche
 - agile Personen
- weitere Szenarien
- neue virtuelle Geräte

unterstützt durch

- Rechenzentrum FZD; Dr. U. Konrad
- Werkfeuerwehr Rossendorf
- C. Hoppe, A. Thiel, D. Biehle, T. Brenner - Azubis
- T. Riedel (FWFT), S. Winkelmann (FWFI)
- D. Roellig (VKTA)
- Dr. M. Bussmann (FWKT)
- vrlogic