

FireSim – VR Einsatzsimulator

Nils Schmeißer



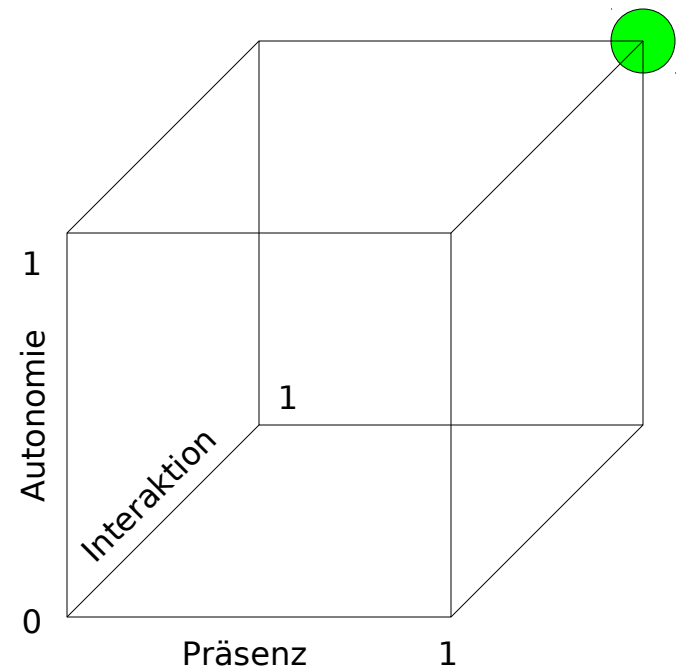
Inhalt

- Konzept
 - “Virtual Reality”, virtuelle Welt
- Systementwurf und Aufbau
- Interaktion und Rückkopplung im Simulator
- Missionen
 - Menschenrettung (search & rescue)
 - ABC-Einsatz (Strahlenschutz Einsatz)
 - Brandbekämpfung
- Vor- und Nachteile des virtuellen Trainings
- Ausblick



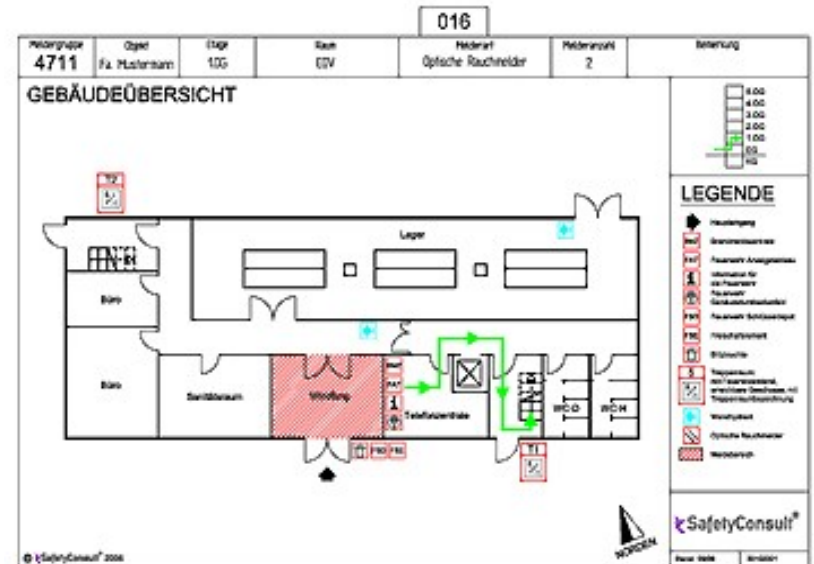
Konzept

- alle Prozesse unterliegen Gesetzen
- einfache Modelle für Szenarien
- wichtige Kriterien
 - möglichst Realitätsnah
 - “natürliche Eingabe”
 - Simulation folgt den vorgegebenen Regeln
 - Physik
 - FwDv
 - ...

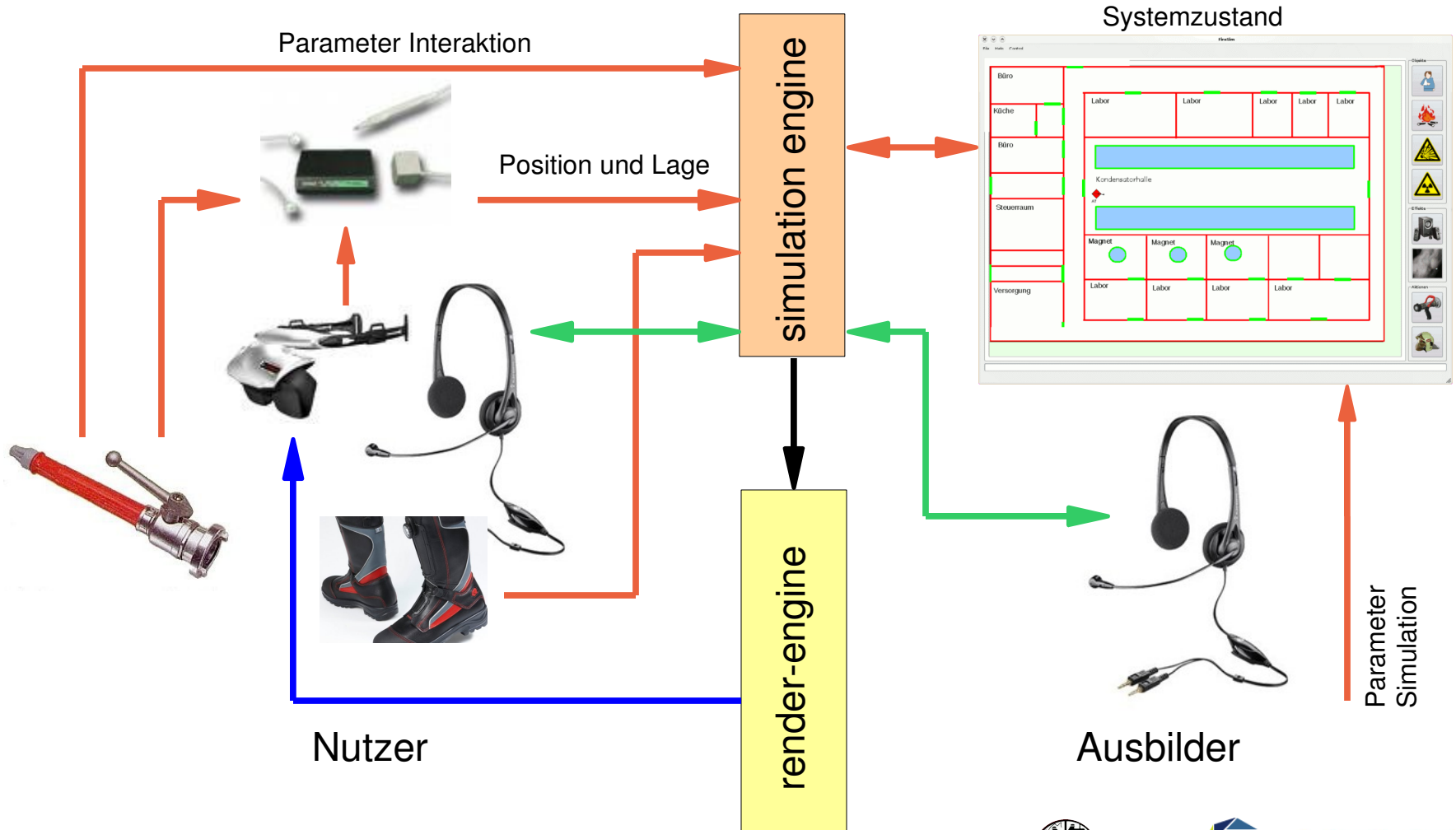


virtuelle Welt

- statische Geometrie
 - Gebäude, Räume, Einrichtung
 - CAD, Laufkarten
- dynamische Objekte
 - Zustand ändert sich in der Zeit
 - Ort und Zustand Angriffstrupp, Personen, ...
 - Ort und Zustand Strahlenquelle
 - Ort und Zustand Feuer (z.B. aktuelle Temperatur)
- Kern der Simulation
 - Nutzer kann sich frei in der virtuellen Welt bewegen



Systementwurf



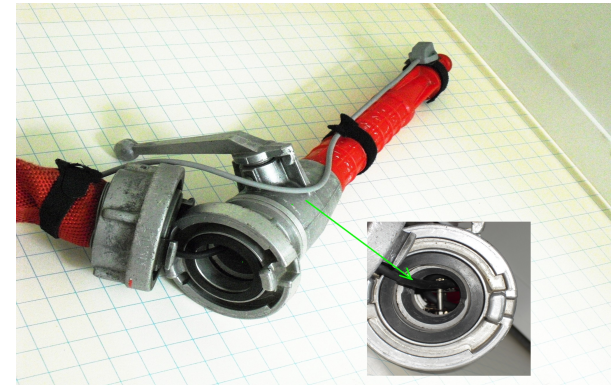
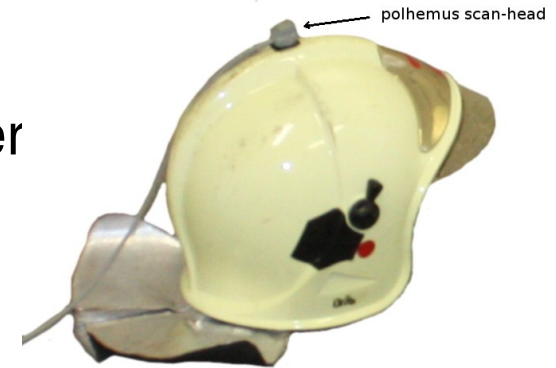
Systemaufbau

- PC (high-end Grafikkarte, nVidia Quadro FX 3700), Linux
- PC Simulation, kann prinzipiell auch auf Vis-PC laufen, Linux
- Tracking System
 - Polhemus Patriot, Kinect, Beschleunigungssensoren, ...
- Display, HMD (eMagin Z800)
- Datenerfassungshardware
 - Velleman K-8055 USB, Chipcon, ...
- head-set
- “Gadgets” - Eingabegeräte
 - modifiziertes C-Strahlrohr, Attrappe Teleprobe FH40G, ...



Interaktion und Rückkopplung

- Position in der virtuellen Welt
 - Tracking System (Höhe und Orientier
 - virtuelles Laufmodell (Schrittsensor)
- Eingabegeräte
 - natürliche Bedienung
 - modifiziertes C-Strahlrohr
 - Teleprobe FH40G
 - Funkkommunikation
 - Löschmittel
- visuelles, akustisches und haptisches feed-back



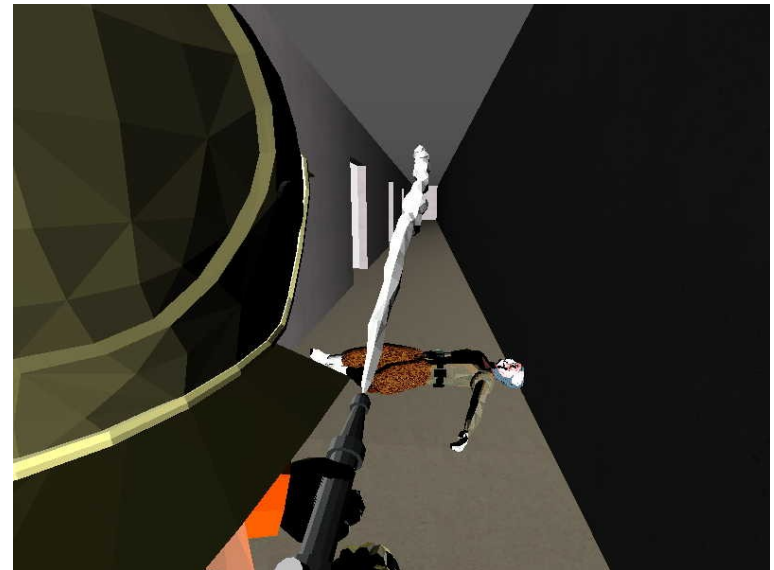
Einsatzablauf

- Szenario festlegen
 - Kombination möglich
- Einsatzbefehl
- Ausrüsten
- Durchführung
 - Protokollierung
 - Entscheidungen
 - Funkverkehr
 - Systemzustand
 - Eingreifen des Ausbilders
 - (sofortige) Wiederholung
- Analyse



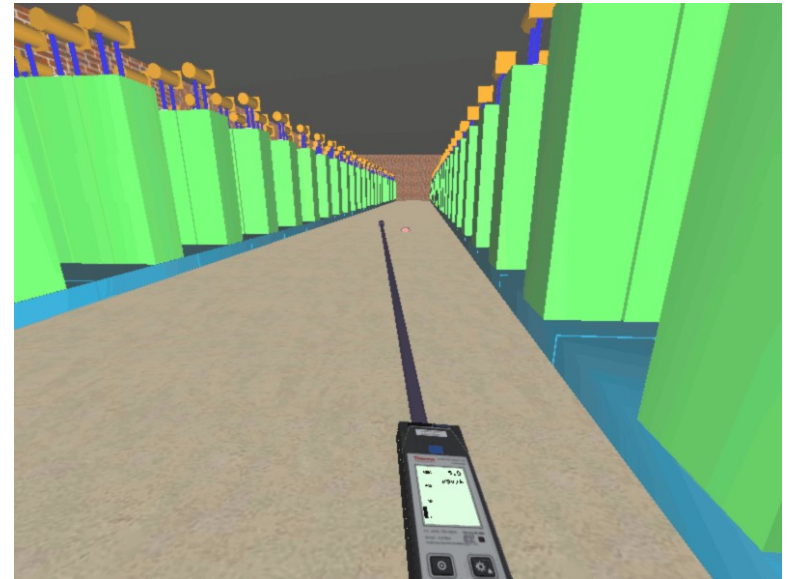
Menschenrettung

- Ziel:
 - Suchen (und Retten)
- Modellierung von Personen
 - mobil/immobil/flüchtend
 - mobil nicht implementiert
 - Vitalfunktion
 - Schwere der Verletzung
- Darstellung
 - 3D mit passenden Texturen (z.B. von Übungen)
 - akustisch: (Schreien, Stöhnen, Husten, ...)
 - Lautstärke abhängig vom Abstand zur Person



ABC-Einsatz (Strahlenschutz)

- Ziel:
 - Absperrgrenze festlegen
 - Suche und Bergen von Quellen
- Dosisleistung messen
- Quelle definiert durch Isotop und Aktivität [Bq]
- Umsetzung in “Dosis” mittels Dosiskonversionsfaktor (DCF)
 - abhängig von Isotop, $0,45 \cdot 10^{-8} \dots 350 \cdot 10^{-8} \text{ Sv/Bq}$
 - verallgemeinert $2,2 \cdot 10^{-8} \text{ Sv/Bq}$
- Superposition mehrerer Quellen

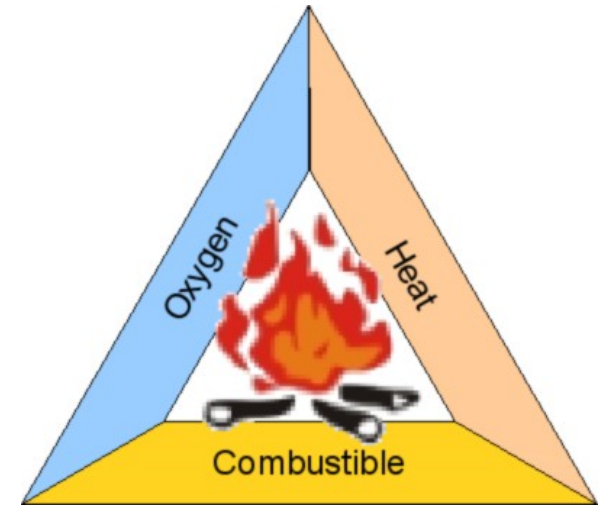


$$H = \sum DCF_i \cdot \frac{A_i}{\|x_s - x_i\|^2}$$

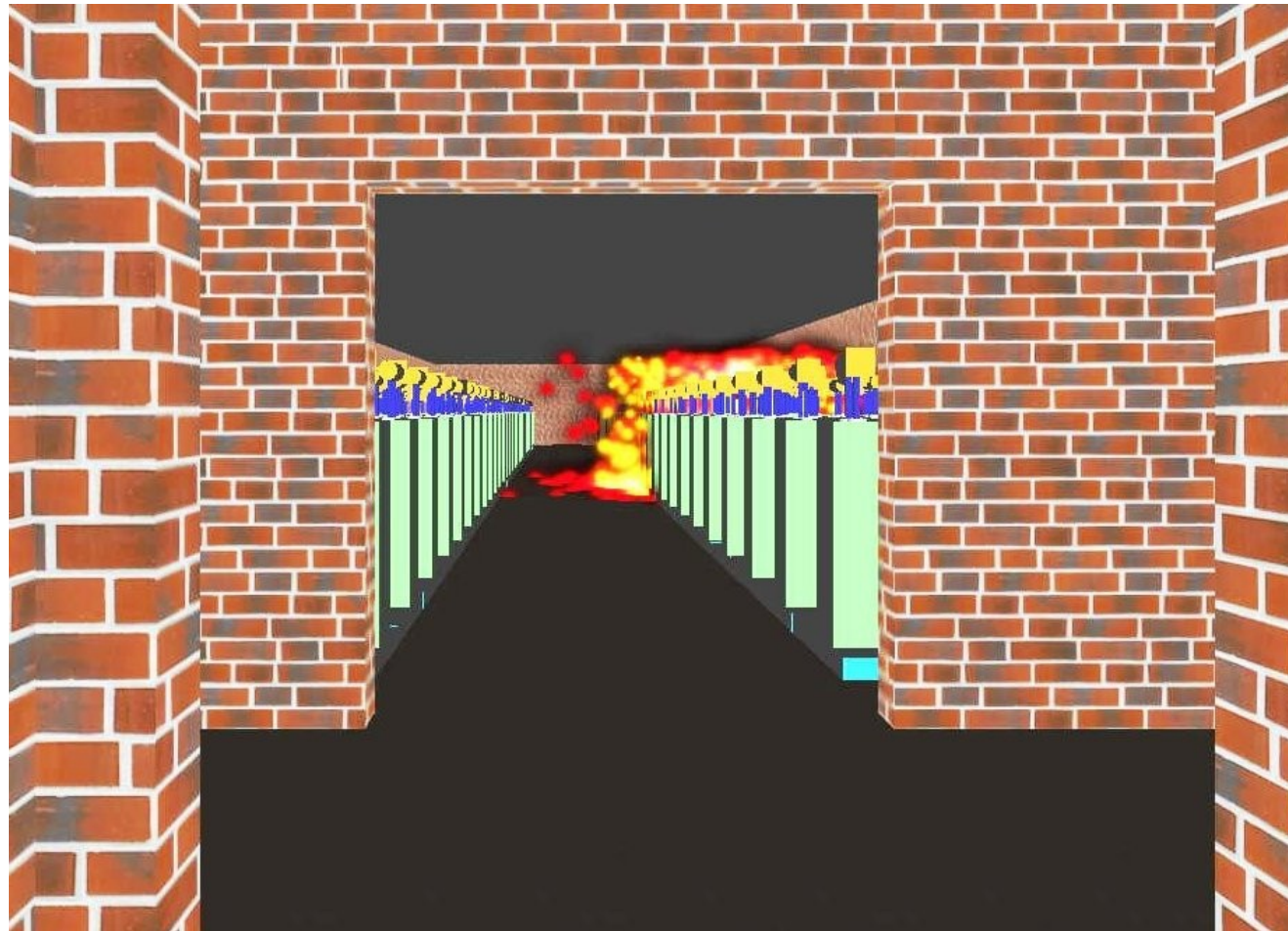


Brandbekämpfung

- Ziel:
 - Brandherd lokalisieren
 - Brandbekämpfung (Löschen)
- Brandphysik (Verbrennungsdreieck)
 - Löschen durch Kühlen
- Branddarstellung
 - Multi-Partikel System
 - Farbe ~ Temperatur
 - mittlere Flammenhöhe; geringere Deckenhöhe → “flares”
- Rauch
 - Rauchdichte abhängig von Höhe über Boden
 - Vereinfachung: lineare Rauchdichte (0..100 %), $\sim (1.0\text{-Höhe}/h_s)$
 - “Standardhöhe”: $h_s = 1.80\text{ m}$



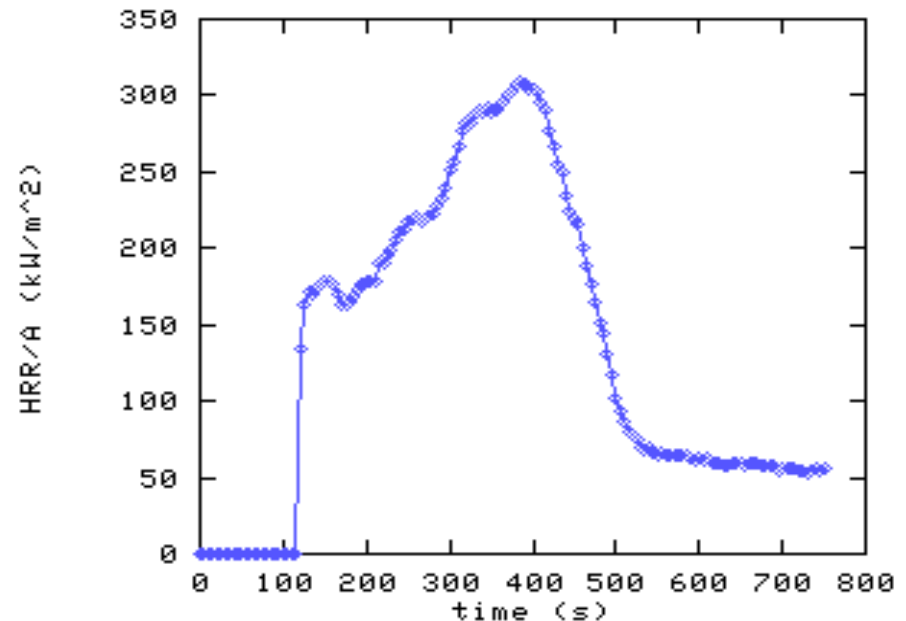
Branddarstellung



Löschen – einfaches Modell

- komplexes Modell (CFD, kompressible Gase)
 - NIST FDS – Fire Dynamics Simulator
 - lange Rechenzeiten (10 min, ca. 8 h)
- Vereinfachung:
 - Wärmeemissionsrate
 - Abbrandrate
 - Energieansatz

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



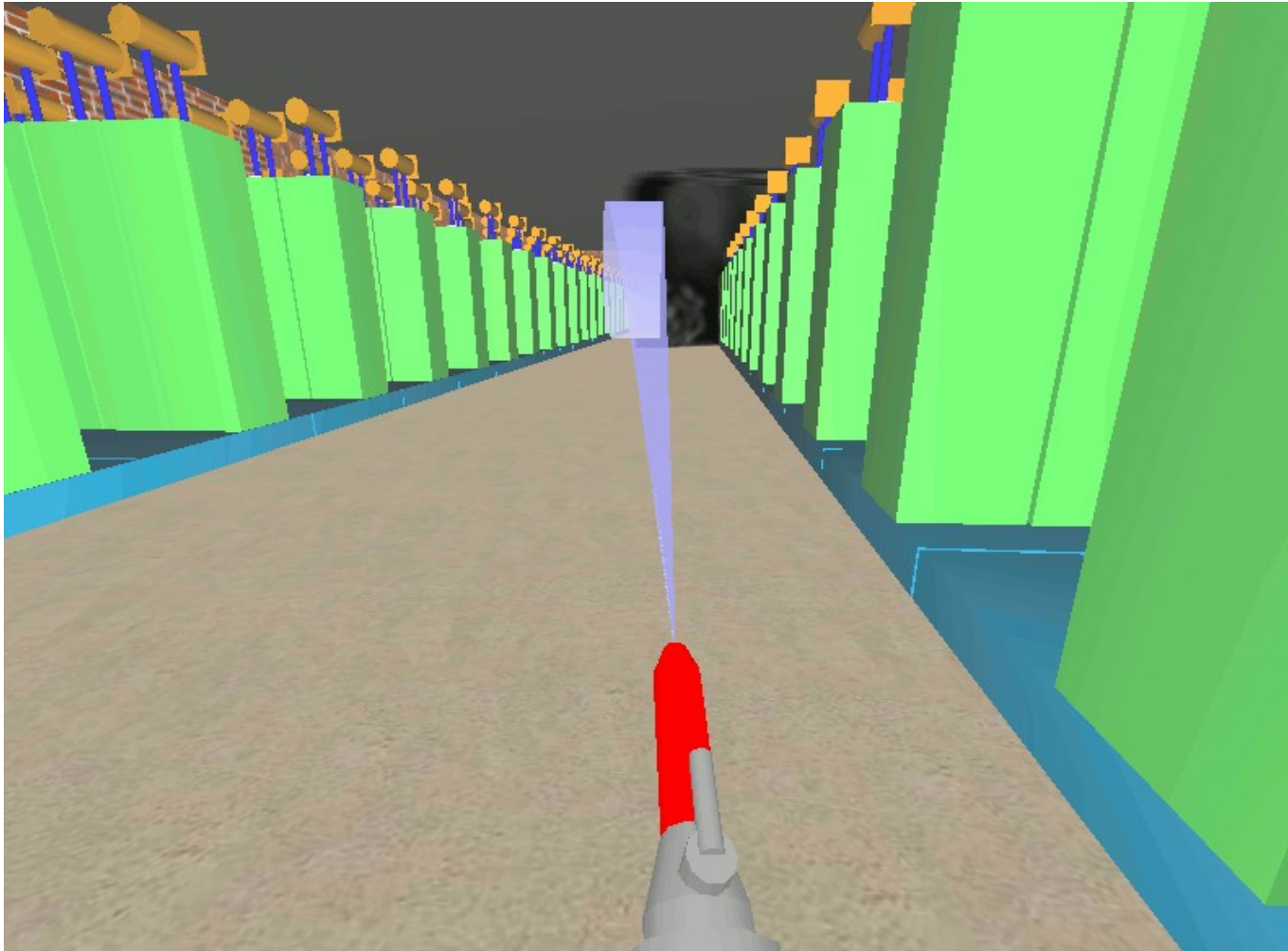
Löschen – einfaches Modell

- Löschen durch Kühlen
- Löschmittelauswurf (Auswurfparabel)
 - Auswurfwinkel, Druck (Geschwindigkeit), Strahlform (Luftwiderstand)
- Wirksame Löschmittelmenge
 - Volumenstrom: $I_L(t)$; Verschäumungszahl beachten
 - $S_F(t)$: Verhältnis Überlappungsbereich (A_{FL}) zu Brandfläche (A_L)
 - konstante Effektivität (z. B. abhängig von Tröpfchengröße): S_L
 - Wärmekapazität+Verdampfungswärme Löschmittel: C_L (Wasser: 2,6 MJ/kg)

$$\dot{q}_L(t) = C_L \cdot S_L(t) \cdot S_F(t) \cdot I_L(t); S_F(t) = \frac{A_{FL}}{A_L}$$
$$\Delta Q = Q_F - Q_L = Q_F(t) - \int_0^t \dot{q}_L dt - Q_{CTR}$$



Löschen – einfaches Modell



virtuelles Training

- Vorteile

- kostengünstig, sicher, jederzeit einsatzbereit, keine komplexe Vorbereitung, Wiederholung, sofortige Fehlerkorrektur

- Nachteile

- realistische Modelle sind schwierig
- einige Effekte können nicht “dargestellt” werden (Temp., Druckwellen, ...)

- aktuelle Einsatzbereiche: Kommandostraining, Kommunikation, Taktik, vorbeugender Brandschutz, Bauplanung

- LFS Hamburg, LFS Celle, FKS Rheinland-Pfalz, FS Kärnten, BF Frankfurt, BF Berlin, BF Hamburg
- Virtual Fires (Tunnel Brandsicherheit)
- Pompiers de Paris - WearIT@Work (Simulation von Informationssystemen)



Ausblick

- Integration NIST FDS
- deutlich verbesserte Grafik
 - Umstieg auf “Standard” Engine, z.B. Ogre
- Erweiterungen
 - Abschirmeffekte im ABC-Einsatz
 - autonome Personen
- weitere Standardszenarien
 - Gerätetraining (Pumpen, ...)
 - Autounfälle
- weitere Geräte - Gadgets
- reguläre Nutzung



