

## Vorlesung “Datenbankentwurf” — Projekt: Feuerwerksplanung —

Beachten Sie bitte, daß im Gegensatz zu Klausuraufgaben der folgende Text nicht systematisch alle denkbaren Fragen beantwortet. Eventuell fehlt Information, die Sie dann gerne bei mir erfragen können. Auch sind die Anforderungen nicht besonders geordnet, und ergeben sich teils nur aus den Beispieldaten. Vermutlich gibt es auch keine perfekte Lösung. Aus allen diesen Gründen ist es wohl ein recht typisches Projekt.

Ein Großfeuerwerker möchte Abbrennpläne für seine Feuerwerke in eine Datenbank eingeben.

- Basisdaten von Feuerwerksartikeln sind der Hersteller/Anbieter, die Bezeichnung, optional eine Beschreibung, optional Steighöhe, optional Kaliber. In einem anderen Projekt werden die Daten von Feuerwerksartikeln noch wesentlich genauer erfasst.
- Basisdaten von Feuerwerken sind Nummer, Ort, PLZ, Strasse, Datum, Sicherheitsabstand und Budget.
- Ein Abbrennplan legt im wesentlichen fest, wie viele Stück von welchem Artikel zu welchem Zeitpunkt gezündet werden sollen. Die Punkte in einem Abbrennplan sind durchnummeriert. Zu jedem Punkt gibt es optional einen kurzen Text, der beschreibt, wie mehrere Stück zu positionieren sind (z.B. “gefächert”, “Front”). An einem Punkt des Abbrennplans können auch unterschiedliche Artikel in beliebiger Stückzahl geplant werden. Es steht dem Feuerwerker frei, auch mehrere Punkte des Abbrennplans zum gleichen Zeitpunkt zu zünden. Die Zeitpunkte werden vom Beginn des Feuerwerks an gemessen, und es muß möglich sein, sie auf Zehntelsekunden genau festzulegen.
- Zunächst wird nur der Abbrennplan erfasst. Für den Entwurf des Feuerwerks und Abgleich der Kosten mit dem Budget reicht das. Wenn der Zeitpunkt des Feuerwerks dann näher rückt, muß die Planung verfeinert werden, und insbesondere festgelegt werden, wie die einzelnen Artikel auf dem Abbrennplatz positioniert werden, und wie sie gezündet werden sollen.
- Der Abbrennplatz wird in verschiedene Positionen unterteilt. Z.B. eine Front mit 30m Abstand von den Zuschauern, Bereiche links, mitte, rechts für Feuerwerksbatterien mit 50m Abstand, und ein Bereich für die Mörserkästen, aus denen die Feuerwerksbomben abgeschossen werden, mit 120m Abstand. Jede solche Position hat einen Namen, einen Abstand von den Zuschauern, optional eine Breite, und optional einen Abstand vom linken Rand des Abbrennplatzes.
- Spezielle Positionen enthalten Mörserkästen, die zu einem Block zusammen gebaut werden. Mörserkästen enthalten eine gewisse Anzahl Rohre eines bestimmten Kalibers, z.B. 10 Rohre zu 75mm Kaliber.

- Der Feuerwerker ist sicherheitsbewußt und zündet alle Feuerwerke elektrisch. Dazu hat er eine Zündanlage mit mehreren Modulen. Ein Modul (“Slave”) ist ein Anschlusskasten, an dem für  $n$  Kanäle jeweils zwei Anschlussklemmen sind, zwischen denen zum Zündzeitpunkt eine Spannung von z.B. 24V gelegt wird. Es fließt dann für wenige Millisekunden ein relativ starker Strom von einigen Ampere (ca. 1A reicht zum Zünden von sogenannten A-Anzündern). An einem Kanal können mehrere Zünder in Reihe geschaltet sein (bei ca.  $2\Omega$  pro Zünder wären mit der obigen Zündanlage 10 Anzünder gerade noch möglich — man muß die Kabel auch mitrechnen). Diese elektrischen Daten dienen nur der Erläuterung, sie müssen in der Datenbank nicht gespeichert werden.
- Pro Modul sind abzuspeichern: Eine Inventarnummer, die Anzahl Kanäle, und der Anschaffungspreis.
- Feuerwerksartikel können einzeln mit einem Elektro-Anzünder versehen sein. In diesem Fall ist zu speichern, an welchen Kanal welchen Moduls sie angeschlossen werden. Wie oben erläutert, kann man mittels Serienschaltung auch mehrere Artikel an den gleichen Kanal des gleichen Moduls schalten. Selbstverständlich können umgekehrt auch Kanäle eines Moduls offen bleiben. Die Beschaltung der Module ist natürlich abhängig vom Feuerwerk.
- Es ist relativ aufwändig und teuer, jede Feuerwerksbombe einzeln mit einem Elektroanzünder zu versehen. Das wird nur bei musiksynchronen Feuerwerken gemacht, oft nicht einmal dort. Deswegen werden häufig eine gewisse Anzahl Bomben, z.B. 5, pyrotechnisch verleitet: D.h. es gibt nur einen Elektroanzünder, der eine gemeinsame Zündschnur zündet, an der dann die verschiedenen Bomben über Verzögerungszünder angeschlossen sind. In diesem Fall ist für jede Bombe die Position in der Kette zu speichern, sowie die Verzögerung vom Beginn der Kette.
- Wenn jetzt also die Zündung geplant wird, sind einige der Positionen im Abbrennplan aufzuteilen. Zum Beispiel hat man bei großen Feuerwerken oft mehrere Positionen für die Mörserkästen mit Abschussrohren (links, mitte, rechts). Im Abbrennplan stehen dann nur drei Bomben zu einem bestimmten Zeitpunkt. Es soll dann aber vermutlich von jeder Position aus eine geschossen werden (auf die Art werden die Effekte am Himmel etwas verteilt, eine Alternative wäre es, schräg gestellte Rohre zu verwenden). Da man an jeder Position ein eigenes Zündmodul hat, werden die drei Bomben an unterschiedliche Module angeschlossen, möglicherweise auch an unterschiedlichen Kanälen.
- Eine Position im Abbrennplan wird entweder über direkte Elektroanzünder, oder über pyrotechnische Verleitung implementiert. Wenn sie auf mehrere Positionen auf dem Abrennplatz verteilt ist, gibt es an jedem einen identischen Strang.

Sie können sicher nicht alle oben genannten Bedingungen durch die Standard-Konstrukte des ER-Modells ausdrücken. Bitte schreiben Sie aber alle Bedingungen auf, die zusätzlich noch zu überwachen wären (natürliche Sprache reicht). Dokumentieren Sie außerdem, welche zusätzlichen Bedingungen auf relationaler Ebene noch zu überwachen wären. Sie brauchen dabei nicht die auf ER-Ebene schon genannten Bedingungen zu wiederholen, aber verwenden Sie bitte CHECK-Constraints soweit als möglich. Markieren Sie in Ihrer

---

Auflistung von Integritätsbedingungen für das ER-Schema diejenigen Bedingungen, die Sie durch CHECK-Constraints überwachen konnten.