

BESS-Simulation: Intelligente Batteriespeicher-Simulation für die Energiewende

Überblick

Die **BESS-Simulation** (Battery Energy Storage System Simulation) ist eine umfassende, webbasierte Anwendung zur Planung, Simulation und Optimierung von Batteriespeichersystemen in der Energiewirtschaft. Das System wurde speziell für die Analyse von Wirtschaftlichkeit, technischer Machbarkeit und Marktintegration von Energiespeichern entwickelt.

Kernfunktionalitäten

1. Projekt-Management & Simulation

- Multi-Projekt-Verwaltung: Gleichzeitige Bearbeitung mehrerer BESS-Projekte mit individuellen Parametern
- Technische Simulation: Detaillierte Modellierung von Batteriesystemen (Kapazität, C-Rate, Zyklenlebensdauer)
- Wirtschaftlichkeitsanalyse: Automatische Berechnung von ROI, NPV, LCOE und Payback-Perioden
- Szenario-Vergleich: Parallele Analyse verschiedener Konfigurationen und Marktbedingungen

2. Intelligentes Datenimport-Center

- aWattar API: Automatischer Import österreichischer Spotmarktpreise
- ENTSO-E Integration: Europäische Strommarktdaten (Day-Ahead, Intraday, Generation)
- Wetter-APIs: OpenWeatherMap und PVGIS für präzise Wetter- und Einstrahlungsdaten
- Smart Grid Services: FCR, aFRR, mFRR, Spannungshaltung und Demand Response
- IoT-Sensor-Integration: Real-time Monitoring von Batterie-, PV- und Grid-Sensoren
- Blockchain-Energiehandel: Simulation von Peer-to-Peer Energy Trading Plattformen

3. ML & KI Dashboard ■ VOLLSTÄNDIG IMPLEMENTIERT (Phase 6.1)

- Advanced ML Dashboard: Revolutionäre KI-gestützte Predictive Analytics
- Lastprognosen: ML-basierte Vorhersagen mit Random Forest, XGBoost, ARIMA
- Saisonale Optimierung: Intelligente Anpassung für alle 4 Jahreszeiten
- Erweiterte Preisprognosen: LSTM, XGBoost für präzise Strompreis-Vorhersagen
- Wetter-basierte PV-Prognosen: ML-Algorithmen für Solarleistungs-Vorhersagen
- Anomalie-Erkennung: Isolation Forest für automatische Systemabweichungen
- Predictive Maintenance: KI-basierte Wartungsempfehlungen für Batterien
- Real-time Optimierung: Automatische Anpassungen basierend auf Prognosen
- API-Endpoints: RESTful APIs für alle ML-Services
- Dashboard-Integration: KI-Insights im Advanced ML Dashboard

4. Multi-User-System

- Rollenbasierte Berechtigung: Admin, Manager, Analyst, Viewer
- Projekt-spezifische Zugriffe: Granulare Kontrolle über Daten und Funktionen
- Audit-Trail: Vollständige Nachverfolgung aller Benutzeraktivitäten
- Kollaborative Arbeitsumgebung: Team-basierte Projektbearbeitung

Technische Vorteile

Moderne Architektur

- Flask-basiert: Skalierbare Python-Webanwendung
- SQLite-Datenbank: Robuste Datenspeicherung mit automatischen Backups
- RESTful APIs: Standardisierte Schnittstellen für externe Integrationen
- Responsive Design: Optimiert für Desktop, Tablet und Mobile

Datenintegration

- Real-time APIs: Live-Daten von Energiebörsen und Wetterdiensten
- Scheduler-System: Automatische Datenabrufe und -verarbeitung

- Demo-Modi: Vollständige Funktionalität auch ohne API-Keys
- Multi-Format-Support: CSV, Excel, JSON, XML Import/Export

Performance & Skalierbarkeit

- Redis-Caching: Optimierte Datenzugriffe und Session-Management
- Docker-Containerisierung: Einfache Deployment und Skalierung
- Monitoring & Logging: Umfassende Systemüberwachung
- Backup-Automation: Automatische Datensicherung und Wiederherstellung

Anwendungsbereiche

Forschung & Entwicklung

- Akademische Studien: Wirtschaftlichkeitsanalysen für Forschungsprojekte
- Technologie-Vergleiche: Bewertung verschiedener Batterietechnologien
- Marktstudien: Analyse von Energiespeicher-Märkten und -trends
- Policy-Analyse: Bewertung von Förderprogrammen und Regulierungen

Industrielle Anwendungen

- Projektentwicklung: Due Diligence für BESS-Investitionen
- Betriebsoptimierung: Optimale Fahrweise bestehender Speichersysteme
- Portfolio-Management: Verwaltung mehrerer Energiespeicher-Projekte
- Risikobewertung: Sensitivitätsanalysen und Stress-Tests

Beratung & Consulting

- Wirtschaftlichkeitsgutachten: Unabhängige Bewertungen für Investoren
- Technische Beratung: Systemauslegung und -optimierung
- Marktanalysen: Strategische Beratung für Energieunternehmen
- Regulatory Compliance: Einhaltung von Vorschriften und Standards

Wirtschaftliche Vorteile

Kosteneinsparungen

- Reduzierte Planungszeit: Automatisierte Berechnungen und Analysen
- Bessere Investitionsentscheidungen: Datenbasierte Wirtschaftlichkeitsanalysen
- Risikominimierung: Umfassende Sensitivitäts- und Szenarioanalysen
- Operational Excellence: Optimierte Betriebsstrategien

Marktvorteile

- Frühe Marktidentifikation: Erkennung profitabler Geschäftsmodelle
- Competitive Intelligence: Vergleich mit Marktbenchmarks
- Regulatory Advantage: Compliance mit aktuellen Vorschriften
- Innovation Leadership: Nutzung modernster Technologien

Zukunftspotential

Erweiterte Funktionen ■ PHASE 6.1 VOLLSTÄNDIG IMPLEMENTIERT

- ■ Künstliche Intelligenz: Vollständig implementierte ML-Algorithmen für Prognosen
- ■ Advanced ML Dashboard: Revolutionäre KI-gestützte Predictive Analytics
- ■ Saisonale Optimierung: Intelligente Anpassung für alle Jahreszeiten
- ■ Lastprognosen: ML-basierte Vorhersagen mit 3 Algorithmen
- ■ API-Endpoints: RESTful APIs für alle ML-Services
- ■ Dashboard-Integration: KI-Insights im Advanced ML Dashboard
- ■ Vehicle-to-Grid (V2G): E-Autos als mobile Energiespeicher (Phase 6.2 geplant)
- ■ CO₂-Zertifikate: Carbon Credit Trading und Green Finance (Phase 6.3 geplant)
- ■ Blockchain-Integration: Dezentrale Energiehandelsplattformen (geplant)

Kommende Features (Phase 6.2 & 6.3)

Phase 6.2: Vehicle-to-Grid (V2G) Integration ■ GEPLANT

- E-Autos als mobile Energiespeicher: Bidirektionales Laden-Simulation
- Fleet-Management: Optimierung von E-Auto-Flotten

- V2G-Erlöse: Neue Erlösquelle in Wirtschaftlichkeitsanalyse
- Grid-Services: V2G-Teilnahme an Frequenzregelung

Phase 6.3: CO₂-Zertifikate & Carbon Credits ■ GEPLANT

- Carbon Credit Trading: Verkauf von CO₂-Zertifikaten
- ESG-Reporting: Automatische Nachhaltigkeitsberichte
- Green Finance: Nachhaltige Finanzierungsmodelle
- Climate Impact Tracking: Detaillierte Umweltauswirkungen

Fazit

Die BESS-Simulation bietet eine umfassende, technisch ausgereifte und wirtschaftlich wertvolle Lösung für die Planung und Optimierung von Batteriespeichersystemen. Mit ihrer modernen Architektur, umfangreichen Datenintegration und benutzerfreundlichen Oberfläche stellt sie ein unverzichtbares Tool für die Energiewende dar.

Repository	https://github.com/HSchlagi/bess-simu
Entwickler	Ing. Heinz Schlagintweit
Version	2.3 (Januar 2025) - Phase 6.1 KI-gestützte Predictive Analytics vollständig implementiert

Erstellt am: 14.09.2025 um 11:49 Uhr

BESS-Simulation Summary Export