

## Phase 1 – Konzept und Recherche

### Konzept

Im Hauptbildschirm des Spiels sieht der Spieler eine Karte von Deutschland (Abbildung 1). Diese Karte verändert sich je nach ausgewähltem Sektor. Bei Auswahl eines Bauvorhabens erscheint ein Raster auf der Karte, welches die regionalen Möglichkeiten für entsprechendes Vorhaben visualisiert. Geeignete Regionen werden dabei grün, mittelmäßig geeignete gelb und ungeeignete rot markiert. Links am Bildschirmrand befindet sich das Menü für die verschiedenen Sektoren Energie, Verkehr, Gebäude, Landwirtschaft und Industrie. Wenn ein Tab eines Sektors ausgewählt wird, erscheinen darunter verschiedene Bauoptionen mit kleinen Icons. Ein Hovern über diese Icons ermöglicht das Einsehen ihrer Statuswerte und einer kurzen Beschreibung.

Wählt der Spieler eine Maßnahme aus, zum Beispiel den Bau eines SmartGrids, kann er diese direkt auf der Karte in geeignete Regionen platzieren. Jeder gesetzte Bau erscheint mit einer entsprechenden Markierung (hier blau) auf der Karte. In der rechten unteren Ecke des Bildschirms gibt es einen großen, gut sichtbaren „Simulieren“-Button. Direkt darüber befindet sich eine Liste aller geplanten Maßnahmen. So behält der Spieler den Überblick über seine geplanten Investitionen.

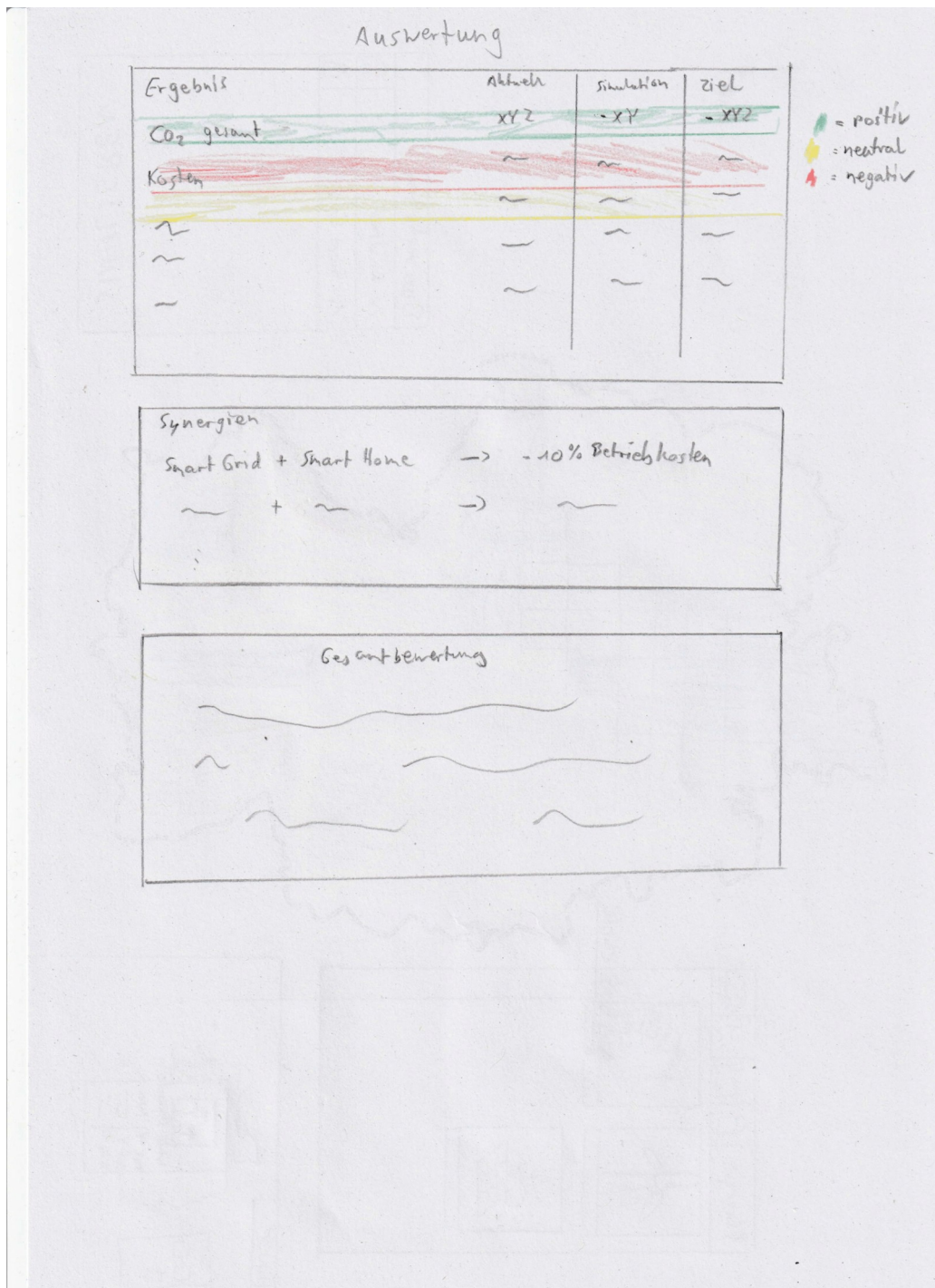


**Abbildung 1:** Hauptbildschirm

Nach dem Klick auf den Simulationsbutton wechselt das Spiel zur Auswertungsansicht (Abbildung 2). Hier sieht der Spieler eine zusammengefasste Bewertung seiner Entscheidungen. Oben auf dem Bildschirm sind die wichtigsten Kennzahlen dargestellt wie der CO<sub>2</sub>-Ausstoß vor und nach der Maßnahme, die finanziellen Gesamtkosten oder den Wartungs- bzw. Personalaufwand. Diese Werte helfen dem Spieler zu erkennen, welche Auswirkungen seine Entscheidungen im langfristigen Kontext haben.

Darunter gibt es eine spezielle Box mit dem Titel „Synergien“. Hier werden positive Effekte durch clevere Kombinationen von Maßnahmen hervorgehoben. Ein Beispiel hierfür wäre ein nahes Platzieren von „Smart Grid“ und „Smart Home“, welche mit einem Bonus von „-10 % Betriebskosten“ belohnt werden würden. Zusätzlich kann darunter ein zusammenfassender Bericht inklusive Rückmeldung zu kritischen Punkten eingeblendet werden. Ein Beispiel könnte wie folgt lauten. „Die Investitionen übersteigen das verfügbare Staatsbudget, weshalb zusätzliche Schulden notwendig sind. Dies stößt bei der Bevölkerung auf mangelnde Begeisterung“.

Diese klare Trennung zwischen Planungs- und Reflexionsphase soll dem Anspruch des Spiels „Lernen durch exploratives Handeln“ folgen, um ein tieferes Verständnis für komplexe Nachhaltigkeitsthemen zu fördern.



**Abbildung 2:** Auswertungsbildschirm

## Recherche

Es wurde eine umfassende Recherche betrieben, um geeigneten analogen und digitalen Lösungen für die Nachhaltigkeit Statuswerte zuzuweisen. Dabei wurden für die verschiedenen Sektoren auch unterschiedliche Statuswerte bestimmt und rausgesucht. Die Ergebnisse sind in den folgenden Tabellen festgehalten. Die Statuswerte wurden in Kernwerte (fett) und Zusatzwerte unterteilt, um die Komplexität niedriger zu halten. Zusätzlich wurden die Baumöglichkeiten in digitale (hellgrau) und analoge Methoden (dunkelgrau) unterteilt.

**Anmerkung:** Die Statuswerte sind noch nicht final und können während der Entwicklungsphase für ein besseres Spielerlebnis noch angepasst werden.

Statuswert	Windkraftanlage	Solarpark	SmartGrid	Virtuelles Kraftwerk	Kohlekraftwerk	Atomkraftwerk	Gaskraftwerk
<b>CO<sub>2</sub>-Ausstoß</b>	<b>8-10 g/kWh</b>	<b>0 g/kWh</b>	-	-	<b>940 – 1.260 g/kWh</b>	<b>0 g/kWh</b>	<b>350 – 500 g/kWh</b>
Umweltbelastung	Gering	Gering	Gering	Gering	Hoch	Hoch	Mittel
Ressourcenverbrauch	Mittel	Hoch	Mittel	Mittel	Hoch	Hoch	Mittel
<b>Investitionskosten</b>	<b>1,2 Mio €/MW</b>	<b>1-1,5 Mio €/MW</b>	<b>Variabel</b>	<b>Niedrig – Mittel</b>	<b>ca. 3 Mrd €</b>	<b>ca. 7 Mrd €</b>	<b>1 – 1,15 Mrd €</b>
Betriebskosten	2-3% Investitions/Jahr	2-3%	Variabel	Mittel	5-10%	3-5%	5-7%
Rückbau-/ Entsorgungskosten	Mittel	Mittel	Gering	Gering	Hoch	Sehr Hoch	Mittel
Importabhängigkeit	Niedrig	Mittel	Mittel	Mittel	Hoch	Hoch	Hoch
Wartungsaufwand/ Personalbedarf	Mittel	Niedrig	Hoch	Hoch	Hoch	Hoch	Mittel
Subventionen	Hoch	Hoch	Mittel	Mittel	Mittel	Niedrig	Mittel
<b>Akzeptanz in der Bevölkerung</b>	<b>70-80%</b>	<b>80-90%</b>	<b>60-70%</b>	<b>50-60%</b>	<b>30-40%</b>	<b>40-50%</b>	<b>50-60%</b>
<b>Versorgungssicherheit</b>	<b>Hoch</b>	<b>Mittel</b>	<b>Sehr Hoch</b>	<b>Hoch</b>	<b>Hoch</b>	<b>Sehr hoch</b>	<b>Hoch</b>
Digitalisierungs-grad	Hoch	Hoch	Sehr Hoch	Sehr Hoch	Niedrig	Mittel	Mittel
<b>Bauzeit</b>	<b>2-3 Jahre</b>	<b>1-2 Jahre</b>	<b>3-5 Jahre</b>	<b>1-2 Jahre</b>	<b>5-7 Jahre</b>	<b>10-15 Jahre</b>	<b>3-4 Jahre</b>
<b>Flächeneffizienz</b>	<b>Mittel</b>	<b>Niedrig</b>	<b>Hoch</b>	<b>Hoch</b>	<b>Hoch</b>	<b>Sehr hoch</b>	<b>Hoch</b>
<b>Grundlastfähigkeit</b>	<b>Niedrig</b>	<b>Sehr niedrig</b>	<b>Unterstützend</b>	<b>Mittel</b>	<b>Sehr Hoch</b>	<b>Sehr hoch</b>	<b>Hoch</b>

**Tabelle 1: Energiesektor**

Statuswert	Smart Home	Energieeffiziente Gebäude (z.B: Passivhäuser)	Solarthermie-Anlagen	Intelligente Heizsysteme (z.B: Wärmepumpen)	Standardbau	Öl-/Gas Heizung
Sanierungskosten	1 – 20k €	1,5 – 2,5k € / m^2	5-15 k €	8-15k	1-1,5k	4-8k
Heizungs-CO <sub>2</sub> -Ausstoß g/m^2a	0g	0-50 g	0g	0-50g	100-200g	200-300g
Energieeffizienz	Hoch	Sehr hoch	Hoch	Hoch	Niedrig – Mittel	Niedrig
Digitalisierungsgrad	Sehr Hoch	Mittel	Niedrig	Mittel – Hoch	Niedrig	Niedrig
Investitionskosten	Mittel – Hoch	Hoch	Mittel	Hoch	Gering	Mittel
Akzeptanz	60-80%	50-70%	60-80%	60-80%	90-100%	80-90%
Störanfälligkeit	Mittel	Gering	Niedrig	Mittel	Niedrig	Mittel
Wohnkomfort	Hoch	Hoch	Mittel	Hoch	Mittel	Mittel – Hoch
Wartungsaufwand	Mittel	Gering	Niedrig	Niedrig	Mittel	Mittel
Lieferketten-abhängigkeit	Mittel	Niedrig	Mittel	Mittel	Mittel	Sehr Hoch
Subventionen	Mittel	Hoch	Hoch	Hoch	Niedrig	Niedrig

Tabelle 2: Gebäudesektor

Statuswert	Industrie 4.0	KI in Produktion	Mechanische Automatisierung	Konventionelle Produktion
<b>Produktionskosten pro Einheit</b>	<b>Mittel – Niedrig</b>	<b>Niedrig</b>	<b>Mittel</b>	<b>Hoch</b>
<b>Energieverbrauch pro Einheit</b>	<b>Niedrig</b>	<b>Niedrig</b>	<b>Mittel</b>	<b>Hoch</b>
<b>CO<sub>2</sub>-Ausstoß pro Tonne</b>	<b>Niedrig</b>	<b>Niedrig</b>	<b>Mittel</b>	<b>Hoch</b>
<b>Digitalisierungsgrad</b>	<b>Sehr hoch</b>	<b>Sehr hoch</b>	<b>Sehr hoch</b>	<b>Sehr niedrig</b>
<b>Investitionskosten</b>	<b>Sehr hoch</b>	<b>Mittel -Hoch</b>	<b>Mittel</b>	<b>Mittel</b>
<b>Versorgungssicherheit</b>	<b>Hoch</b>	<b>Hoch</b>	<b>Mittel</b>	<b>Mittel</b>
Fachkräftebedarf	Mittel	Hoch	Mittel	Hoch
Automatisierungsgrad	Hoch	Hoch	Mittel	Niedrig
Lieferkettenabhängigkeit	Mittel	Mittel	Mittel	Hoch
Rohstoffverbrauch	Mittel	Mittel	Mittel	Hoch
Produktionsflexibilität	Hoch	Sehr hoch	Mittel	Gering

**Tabelle 3:** Industriesektor

Statuswert	Precision Farming	Autonome Maschinen	Vertikale Landwirtschaft	Konventionelle Landwirtschaft	Monokulturen	Konventionelle Viehzucht
Ertrag pro Fläche t/ha	8-12	8-10	20-40 pro m^2	6-9	7-10	-
CO <sub>2</sub> -Ausstoß pro Tonne	Sehr niedrig	Niedrig	Sehr niedrig	Mittel – Hoch	Hoch	Sehr hoch
Wasserverbrauch	Niedrig	Mittel	Mittel	Hoch	Sehr hoch	Sehr hoch
Digitalisierungsgrad	Sehr hoch	Sehr hoch	Sehr hoch	Niedrig	Sehr niedrig	Sehr niedrig
Investitionskosten	50-150k	150-500k	100-300k	50-200k	Variabel	500k -5Mio
Akzeptanz	60-90%	50-80%	40-80%	50-100%	40-90%	30-90%
Maschinenkompatibilität	Hoch	Hoch	Irrelevant	Hoch	Hoch	Hoch
Energiebedarf pro Hektar	Niedrig	Mittel – Niedrig	Hoch	Hoch	Sehr hoch	Sehr hoch
Umweltbelastung	Niedrig	Niedrig	Sehr niedrig	Hoch	Sehr hoch	Sehr hoch
Robustheit bei IT-Ausfall	Mittel	Gering	Gering	Hoch	Hoch	Hoch
Subventionen	Mittel	Mittel	Mittel	Mittel – Hoch	Mittel – Hoch	Mittel – Hoch

**Tabelle 4:** Landwirtschaftssektor

Statuswert	E- Autos	Hyperloop	Autonomes Fahren	Benzin/Diesel	Bus (Verbrenner)	Eisenbahn (elektrisch)
Emissionen pro km	0 g / km	0 g / km	0 g / km	120-180 g /km	50-100 g / km	40 – 90 g / km
Reichweite	300-600 km	theoretisch unbegrenzt	300-600 km	600-1000 km	300-800km	theoretisch unbegrenzt
Lade/Tankzeit	bis zu 10h	-	bis zu 10h	3-5 Minuten	5-10 min	-
Infrastrukturbedarf	Mittel	Sehr hoch	Hoch	Niedrig	Mittel	Hoch
Investitionskosten	20-40k €	Sehr hoch	Sehr hoch	15-40k	250 – 500k	15-30 Mio€ / km Strecke
Nutzerakzeptanz	50-70%	40-60%	60-80&	80-90%	70-90%	60-80%
Energieverbrauch/ km	0,15 – 0,2 kWh/km	0,1 -0,2	0,18 -0,25 kWh	0,6-0,8 kWh/km	1-2 kWh	0,1-0,2 kWh pro Passagier km
Fahrzeuglebensdauer	200-300k km	Hoch	Mittel	200k km	12-16 Jahre	30+ Jahre
Digitalisierungsgrad	Sehr hoch	Sehr hoch	Sehr Hoch	Niedrig	Mittel	Mittel
Krisenresilienz	Niedrig	Niedrig	Niedrig	Hoch	Hoch	Mittel – hoch
Wartungsmöglichkeiten	Niedrig	Niedrig	Niedrig	Hoch	Hoch	Mittel – hoch

Tabelle 5: Verkehrssektor