

Session „Digitaler Zwilling“

Blick hinter die Kulisse von ASN, FNEG, Geo & Stpl

3. Innovationssymposium 2025

A blurred background image showing a person's hands interacting with a tablet or smartphone. The screen displays a complex digital interface with various charts, graphs, and text, likely representing a digital twin system. The overall color palette is blue and white.

Was ist ein digitaler Zwilling?

Er ist ein **virtuelles Abbild** eines realen **Objekts, Systems** oder **Prozesses**, das dessen Verhalten und Zustand in Echtzeit oder nahezu Echtzeit widerspiegelt.

Er dient dazu, physische Systeme zu **modellieren**, deren Eigenschaften zu **visualisieren**, Daten zu **analysieren** und mögliche Entwicklungen oder Szenarien zu **simulieren**.



Produktzwillinge

Produktzwillinge sind digitale Abbildungen realer, individueller Wertobjekte. Sie enthalten Daten entlang des Lebenszyklus und eröffnen Einblicke in Produktverhalten und Optimierungspotentiale. Mit ihrer Hilfe können beispielsweise Daten unternehmensübergreifend ausgetauscht oder Produkte vorausschauend geplant und in allen Lebensphasen überwacht und optimiert werden, etwa hinsichtlich ihres ökologischen Fußabdrucks oder ihrer Energieeffizienz.

Maschinenzwillinge, Anlagenzwillinge und Technologiezwillinge

Maschinen- oder Anlagenzwillinge bilden den aktuellen Zustand während der Produktion ab. So können wir automatisiert die Energieeffizienz von Anlagen erfassen und steuern oder Wartungsbedarfe frühzeitig erkennen (Predictive Maintenance) und mit Hilfe von kontextsensitiven Assistenzsystemen bei der Instandhaltung unterstützen.

ASN: Müllverbrennungsanlage
Flughafen: Energieversorgung
Flughafen: Virtueller Rundgang

Prozesszwillinge

Digitale Prozesszwillinge vernetzen technologische Fabrikprozesse mit unternehmerischen Geschäftsprozessen. So können wir Systeme als Ganzes betrachten und auf einer soliden Datengrundlage wichtige Erkenntnisse zum Beispiel für die Produktionsplanung oder Geschäftsmodelle ableiten.

Flughafen: Parkplatzmanagement
Flughafen: Konzernsteuerung

Urbane Zwillinge

Ein Urbaner Digitaler Zwilling (UDZ) ist ein intelligentes und realitätsnahes digitales Abbild der Stadt. Er ist vertrauenswürdig, zuverlässig und kann zur Visualisierung, Auswertung und Simulation von städtischen Prozessen genutzt werden. Sie ermöglichen übertragbare Lösungen und Konzepte und fördern die digitale Souveränität einer Kommune.

Geo: Geobasiszwillung
Stpl: Fachzwillinge

Digitaler Zwilling für die Müllverbrennung

Innovationssymposium

27.11.2025

Da stellen wir uns mal ganz dumm...

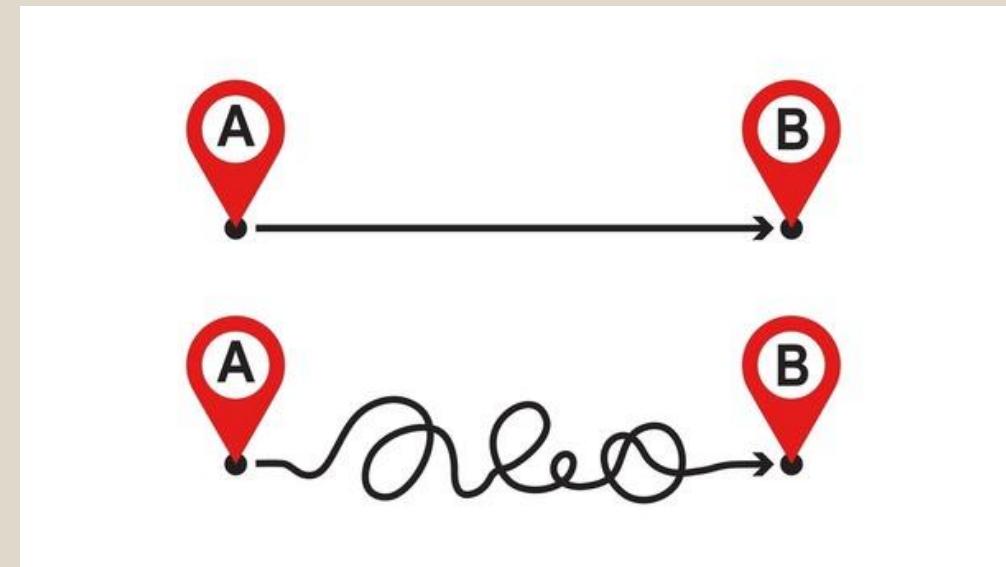
- ne Müllverbrennung is en Dampfmaschin ...
- ... ist ein Kraftwerk – mit komischem Brennstoff, der keiner Normung unterliegt ...
- ... leider sehr unspontan, träge und unflexibel ...
- ... auf kontinuierlichen Betrieb ausgerichtet ...
- ... technisch erstaunlich herausfordernd ...
- ... in Nürnberg: inzwischen 25 Jahre alt ...
- ... und seit 25 Jahren – zunehmend verstärkt – in Wartung, Umbau, Weiterentwicklung (Stichwort: BVT gem. BImSchV)



Wat is en Dampmaschin?

Viele Köche ...

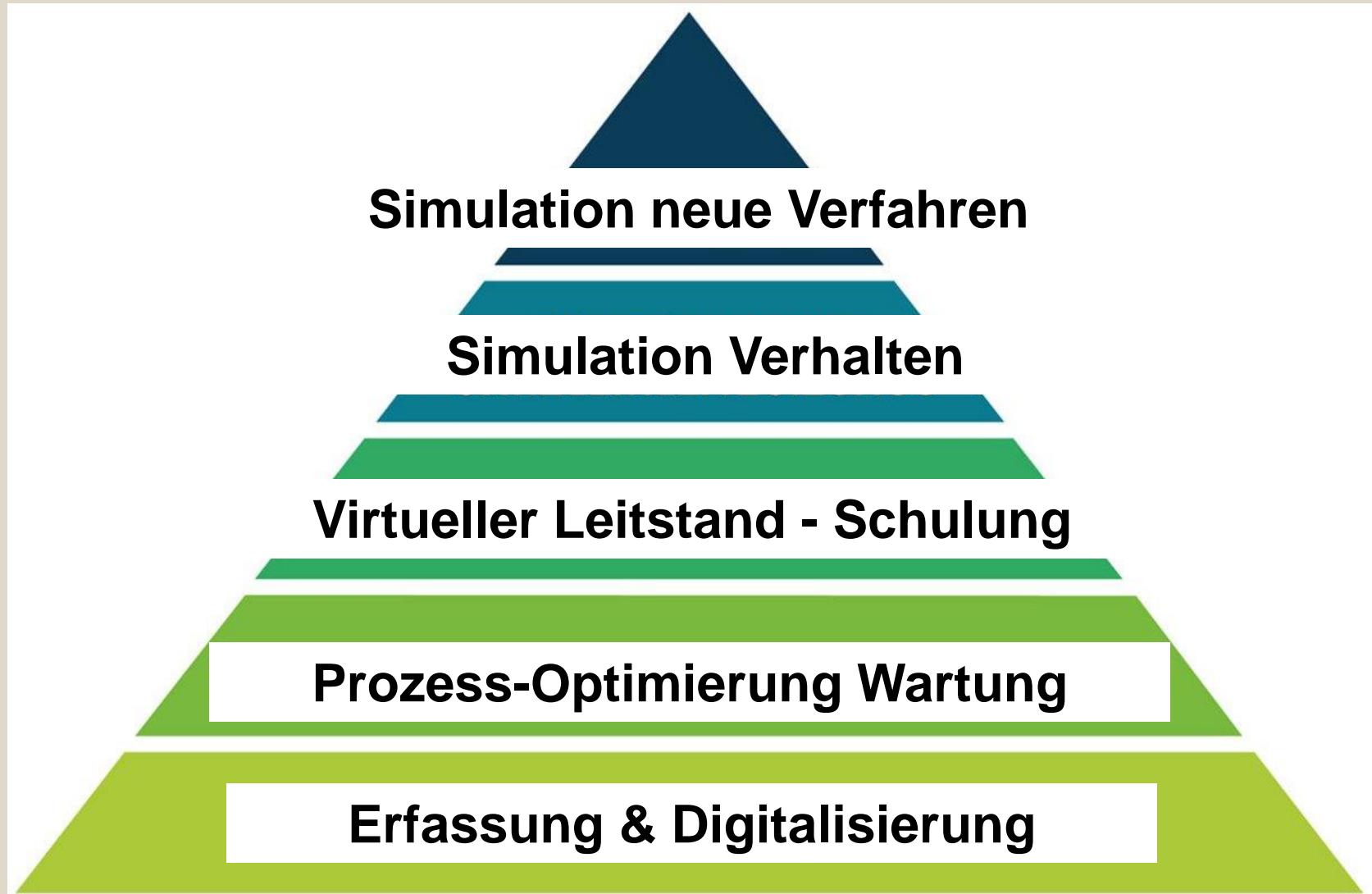
- Sorgen dafür, dass der Brei nicht anbrät, schmeckt und geschmeidig bleibt
- Aber: die Rezeptur ändert sich im Laufe der Zeit ein wenig
- Das Ur-Rezept besteht aus Papier: Handbücher und Pläne
- Hinzu kommen: Updates, .pdf, .dwg, weiteres Papier, Erfahrungswissen, ... , verschiedene Ordner (real & virtuell), ...



Das ASN Grundgesetz (Kreislaufwirtschaftsgesetz)

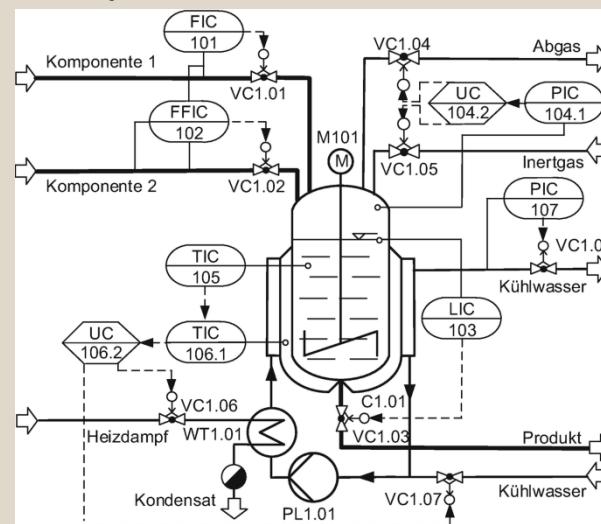
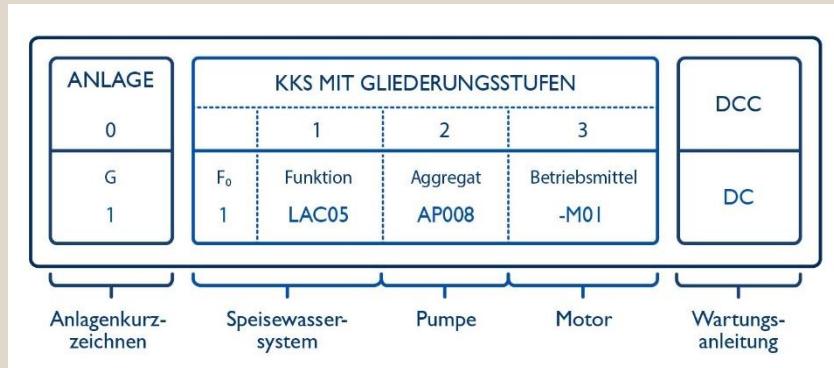


Das ASN-Ziel „virtueller Zwilling“



Erfassen & digitalisieren

- ALLES was da ist erfassen, digitalisieren und abgleichen
- EINEN aktuellen, verbindlichen Stand herstellen
- Von diesem aus wird dann weitermarschiert
- Parallel: physische Kennzeichnung und Bezeichnung der real vorhandenen Anlagenkomponenten abgleichen und erneuern
- KKS (KraftwerkKennzeichnungsSystem) und R&I-Fließbilder (Rohrleitungs- und Instrumenten) auf den aktuellen Stand bringen



Prozessoptimierung Wartung

- **IST:**
 - Wenn an einer Komponente gearbeitet wird muss diese „frei geschalten“ werden: kein Druck, Strom, Wasser, Säure, ...
 - Nach getaner Arbeit erfolgt die Inbetriebnahme
 - Bisher erfolgen Freischaltung und Inbetriebnahme über Wartungsbuch: Papier und Stift und Unterschrift
- **SOLL:**

Digitalisierung des Wartungsprozesses, Auftragserteilung und Dokumentation über IT
- MIT**
 - » Überführung neu eingebauter Aggregate ins Doku-System (samt ‚Anleitung‘)
 - » Erfahrungs-Sicherung
 - » evtl. KI-Einsatz (noch zielgerichteter vorbeugende Instandhaltung)

Virtueller Leitstand

- Ausbildung der Schichtmitarbeiter dauert mehrere Jahre
- Kraftwerker-Schule (extern)
- Ca. 2-3 Jahre „Lernen im Betrieb“ um Anlage bei ungewöhnlichen Ereignissen steuern zu können
- Mit Simulator wäre diese Phase (wahrscheinlich sehr) deutlich zu verkürzen
- Ziel:
Aufbau eines Leitstellen-Simulators.



Simulation „IST“

- ne Müllverbrennung is en Dampfmaschin ...
- Gebaut für kontinuierlichen Betrieb, träge im Verhalten, auf bestimmten Heizwert des Mülls ausgelegt.
- Was ist, wenn sich was ändert?
- Beispiel: N-Ergie benötigt mehr Dampf am Morgen und am Abend
- In gewissen Grenzen machbar – aber mit welcher Wirkung:
 - » Verbrauch Betriebsmittel?
 - » Verschleiß?
 - » Lebensdauer?
- Beispiel: Kalorik des Mülls sinkt

Simulation „SOLL“

- In Zukunft: neue Techniken werden verstärkt zum Einsatz kommen – mit welcher Folge & an welcher Stelle?
- In kleinerer Dimension (z.B. neue Feuerlöschtechnik) – Ersatz des „Ist“ durch Retro-Fit-Maßnahmen
- In mittlerer Dimension (z.B. KI detektiert den Müll im Schüttvorgang in den Bunker und berechnet Brennwert) – neue technische Möglichkeiten eröffnen Chancen
- In sehr großer Dimension (z.B. CCS-Verfahren) – völlige neue/zusätzliche Verfahrenstechnik





Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit.

ASN
Werkleitung
Am Pferdemarkt 27
90439 Nürnberg

Hans-Peter Kauppert
2. Werkleiter
+49 (0)9 11 / 2 31-40 20
hans-peter.kauppert@stadt.nuernberg.de

Roadmap zur Digitalisierung

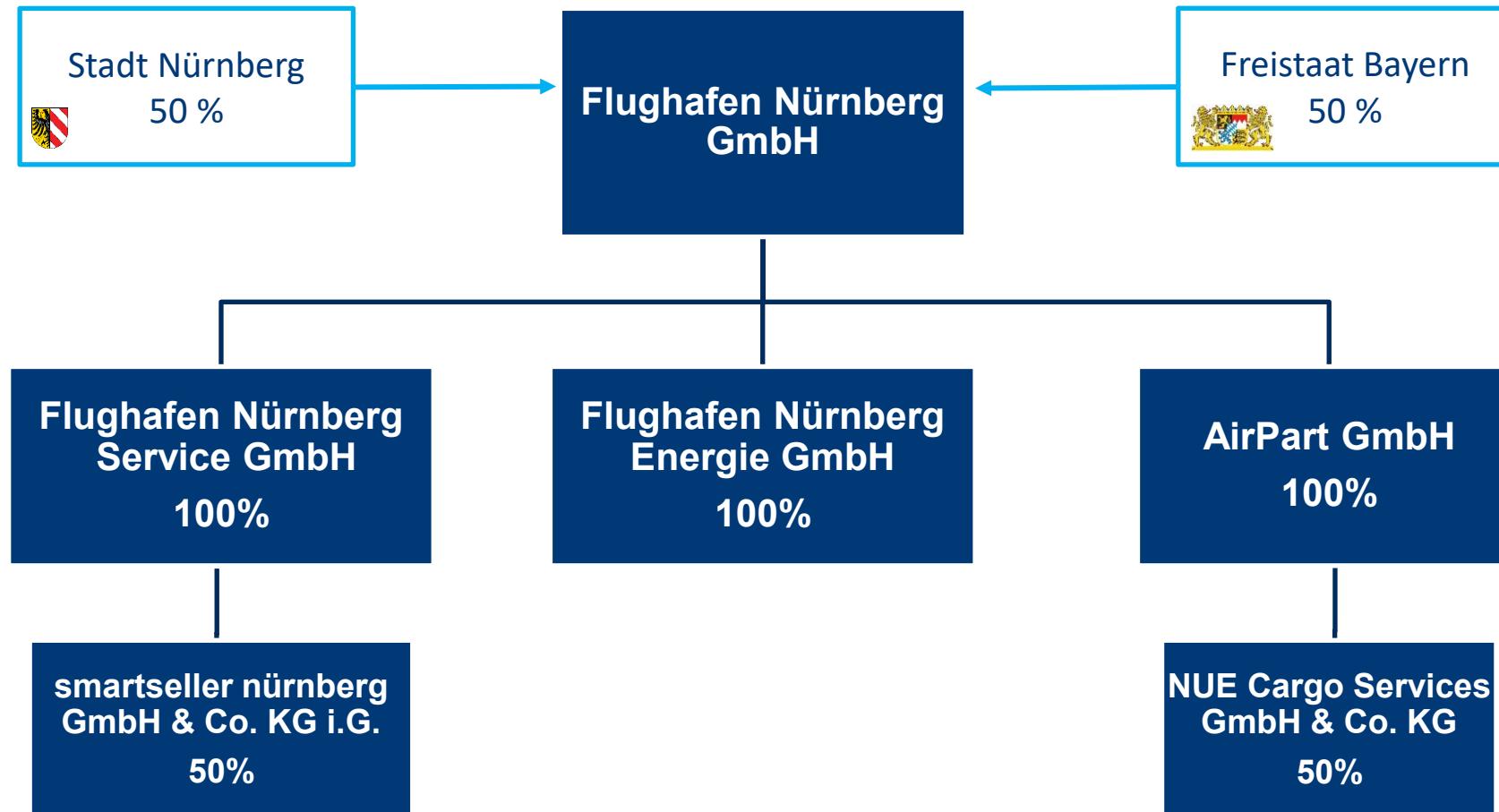
4 Beispiele

Klaus Dotzauer

CFO Flughafen Nürnberg GmbH

ENTSPANNT
ABHEBEN.

Flughafen Nürnberg GmbH - Beteiligungsverhältnisse



Agenda

1. Digitaler Zwilling zur Erreichung der Klimaziele
2. Digitaler Vertrieb von Parkflächen
3. Integrierte, KI-unterstützte Konzernplanung
4. 3-D Terminalrundgang

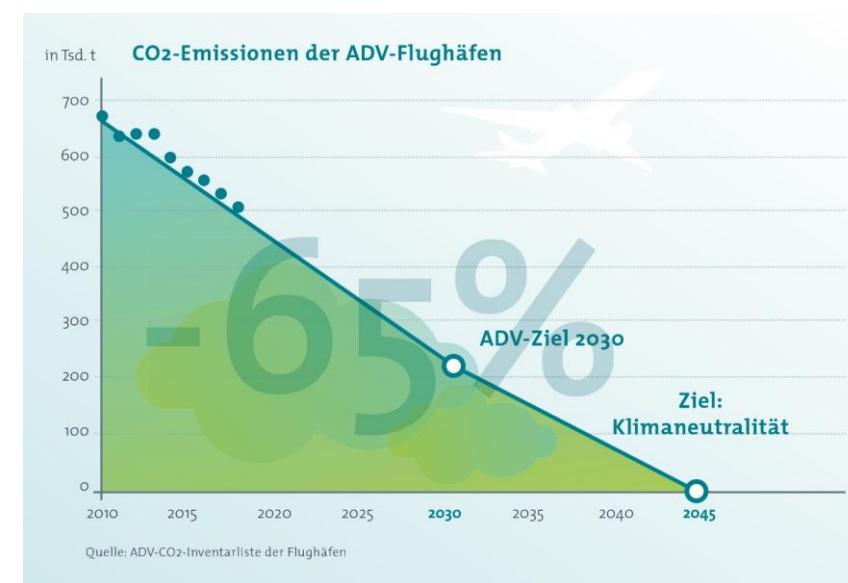
Digitaler Zwilling zur Erreichung der Klimaziele

Beschluss ADV Präsidiums- und GF-Konferenz 2021

Die Flughäfen haben im September 2021 folgenden Beschluss gefasst:

- bis 2030 Reduktion des CO2-Ausstosses um 65%
- bis 2045 klimaneutraler Flughafenbetrieb → sog. Fit for 55 Programm (nach Standards ACI-Airport Carbon Accreditation)

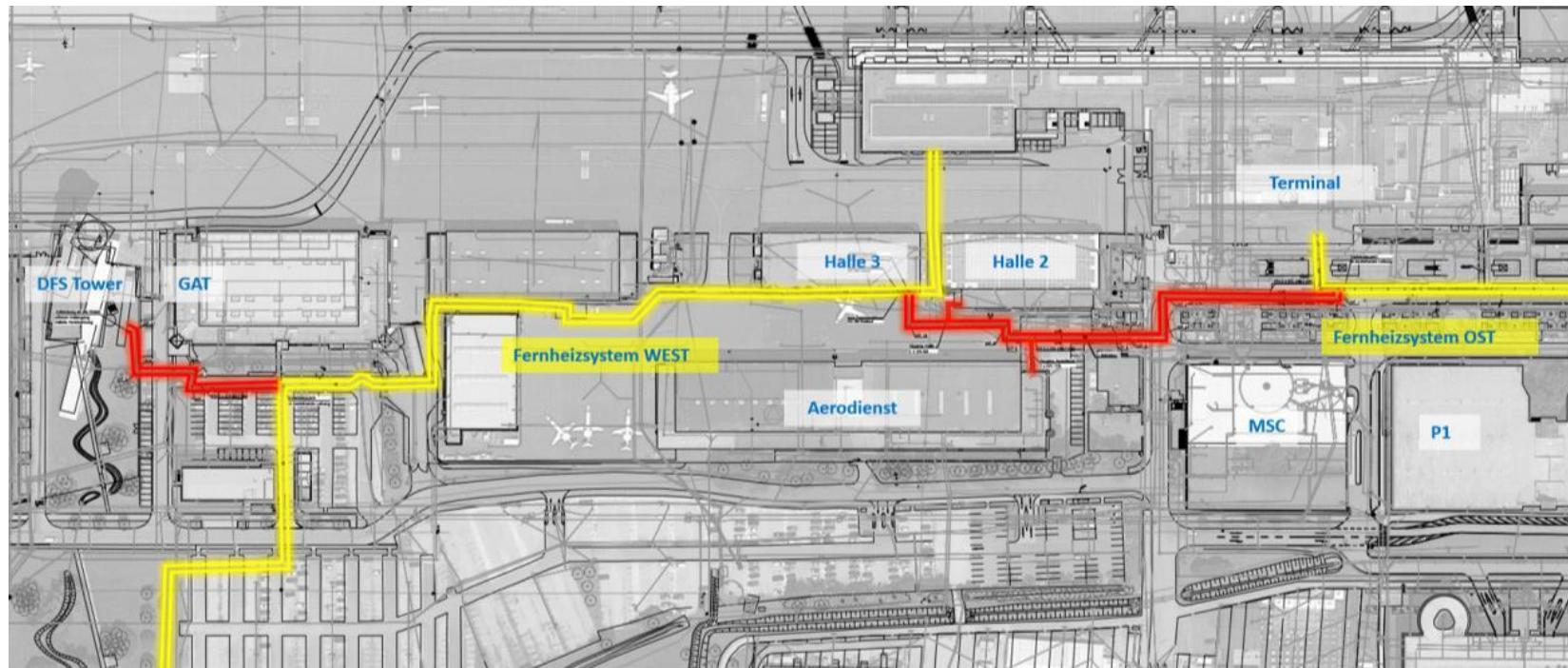
Die Betrachtung über alle Flughäfen zeigt: Diese Ziele sind erreichbar!



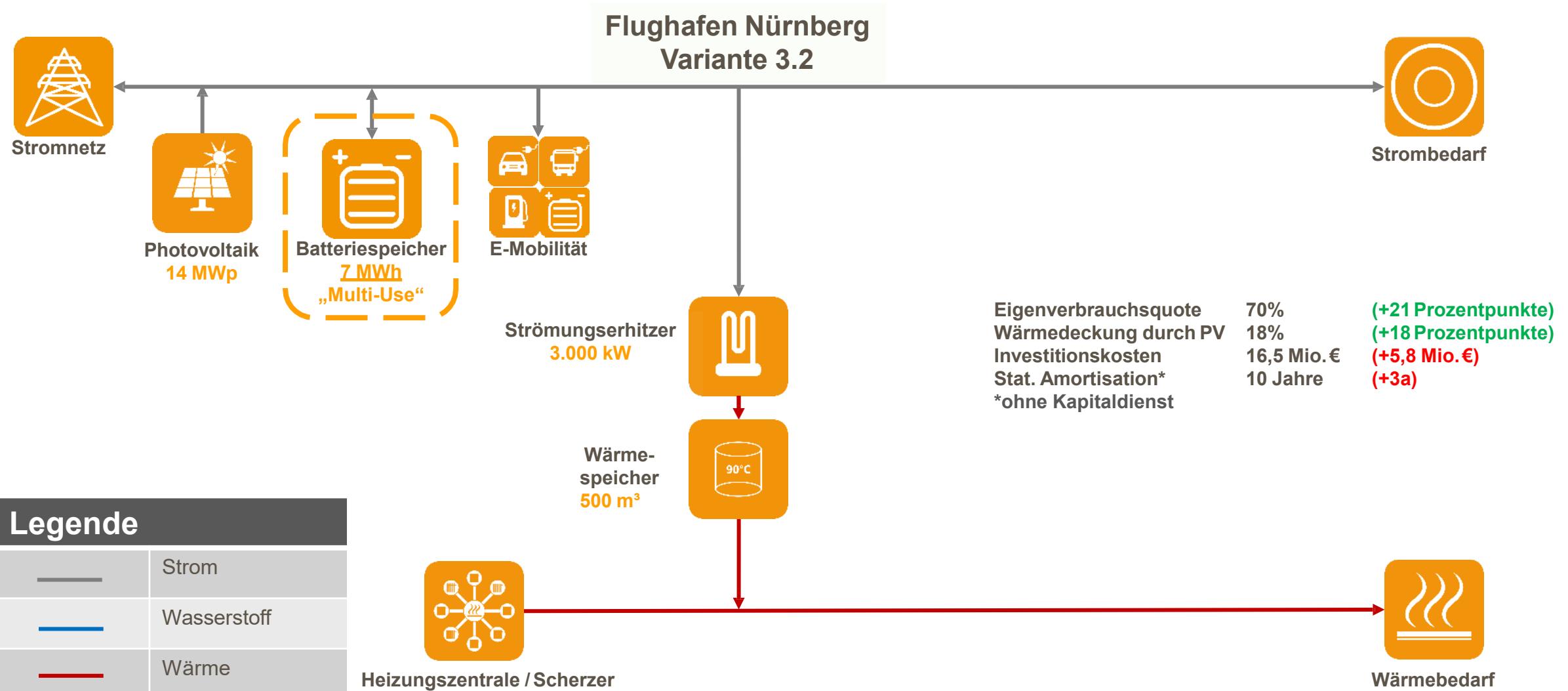
Digitaler Zwilling zur Erreichung der Klimaziele - Ergebnis 2021

Verbindung Wärmenetze Ost- West

- Erhöhung des Wärmebezugs aus der Hackschnitzelheizung Scherzer
- Effekt: Einsparung etwa 50 % des heutigen Gasbezugs, Reduzierung der CO₂-Last um rd. 470 t/a.

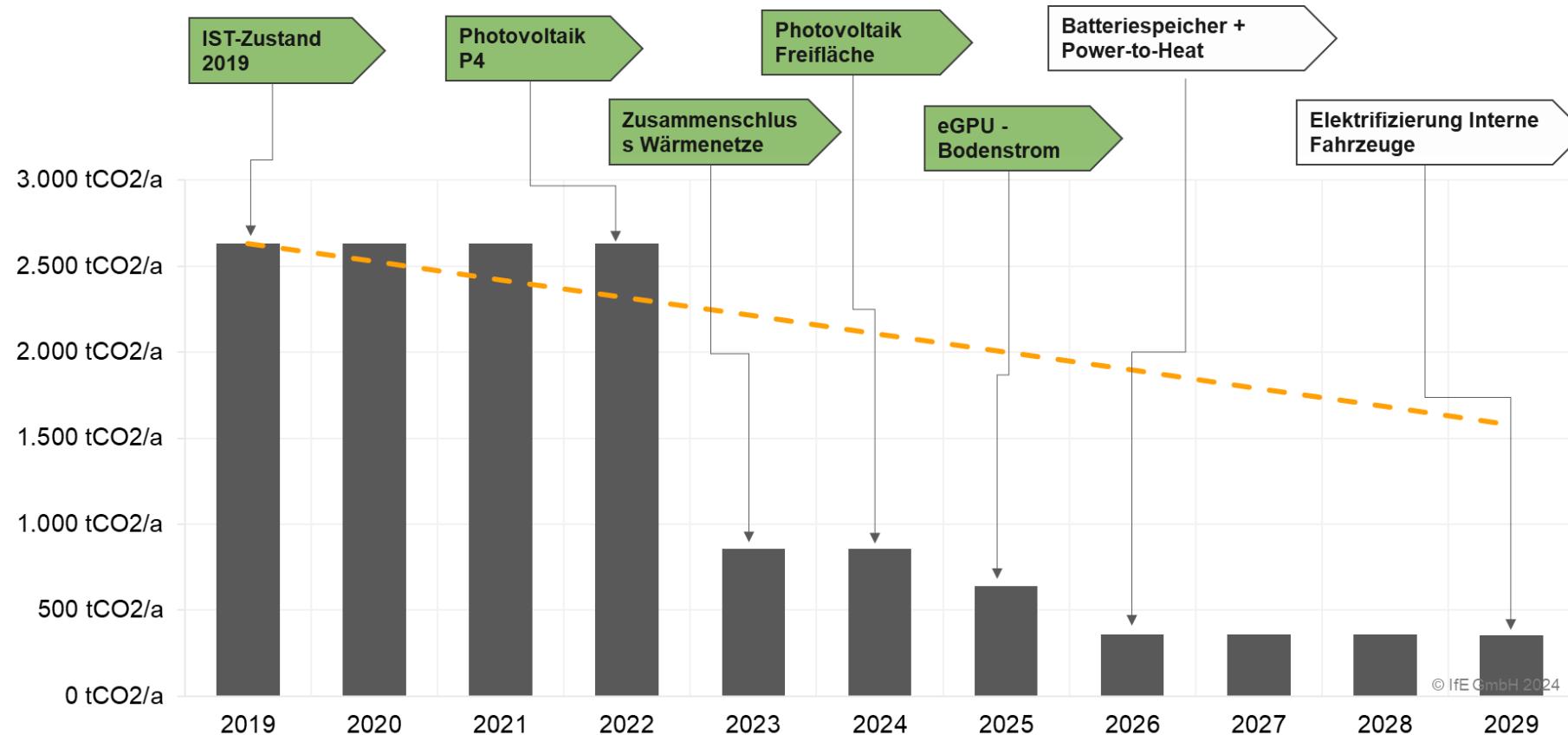


Digitaler Zwilling – Ergebnis Überarbeitung 2023

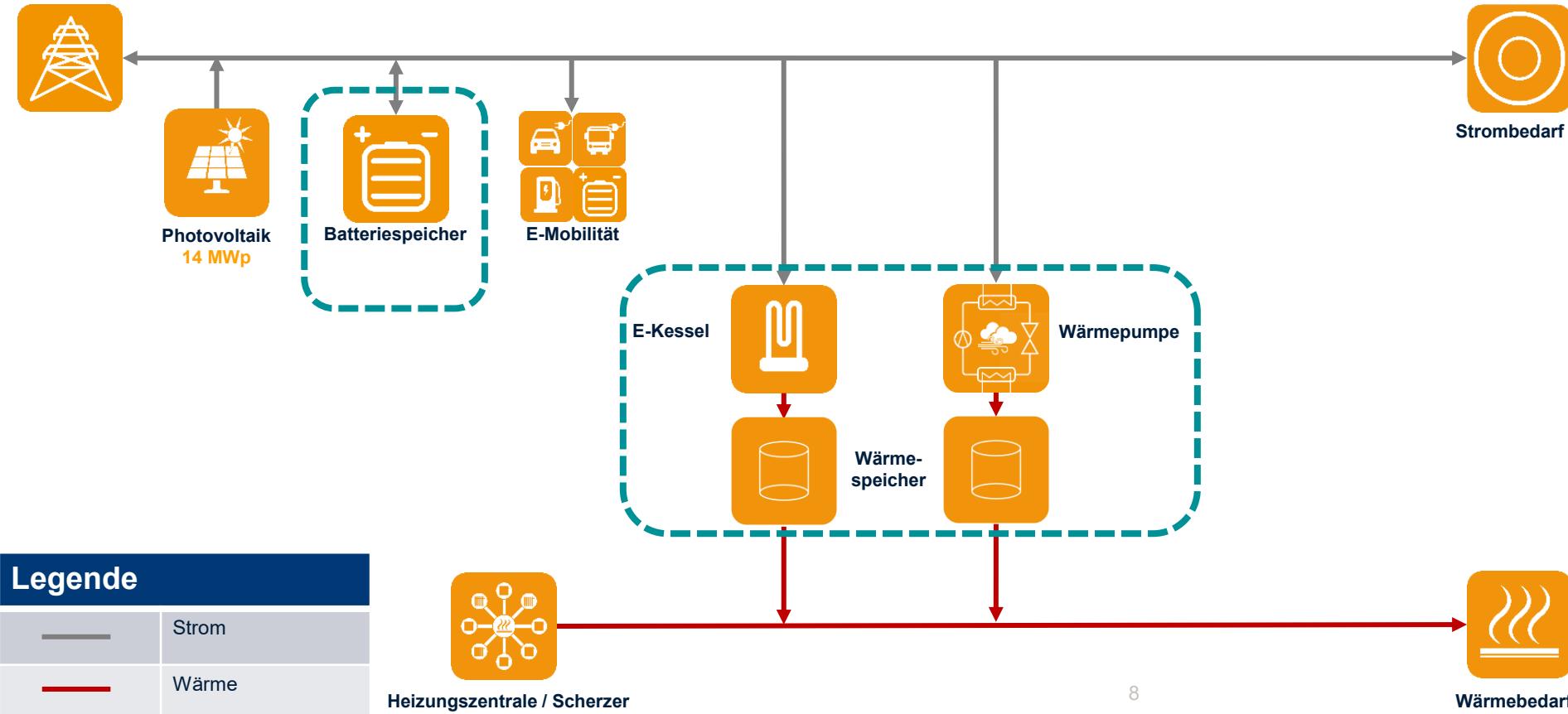


Digitaler Zwilling – Ergebnis Überarbeitung 2024

Roadmap des Transformationskonzeptes



Wo wollen wir hin? Überarbeitung Roadmap 2025



PV- Freiflächenanlage Nord



Agenda

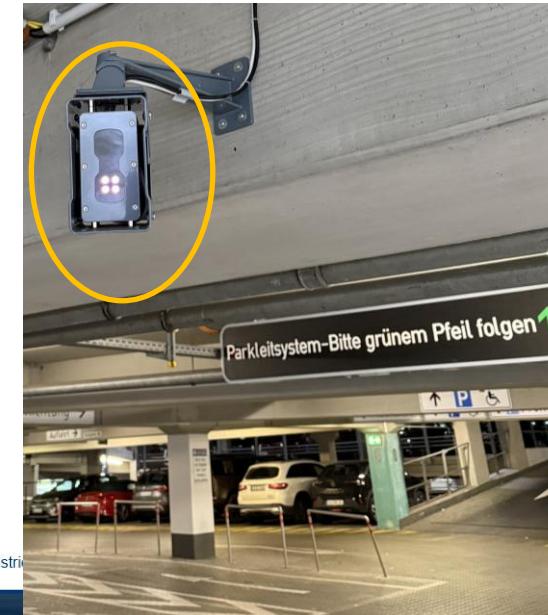
1. Digitaler Zwilling zur Erreichung der Klimaziele
- 2. Digitaler Vertrieb von Parkflächen**
3. Integrierte, KI-unterstützte Konzernplanung
4. 3-D Terminalrundgang

Digitaler Vertrieb von Parkflächen

- Über 80% der Kunden buchen online
- Sofortige Online-Bezahlung
- Ticketlose Ein-/Ausfahrt durch Kennzeichenerkennung
- Nachzahlung bei Parkdauerüberschreitung per Kennzeicheneingabe



The screenshot shows the website homepage for Albrecht Dürer Airport Nürnberg. At the top, there's a navigation bar with the airport's logo, language selection (de/EN), shopping cart icon, and user account links. The main headline reads "Parken am Albrecht Dürer Airport Nürnberg" with a sub-instruction "Buchen Sie jetzt Ihren Parkplatz direkt am Flughafen". Below this is a large image of a car being loaded into a trunk. A blue navigation bar at the bottom has two tabs: "PARKEN" and "LOUNGE". Under "PARKEN", there are input fields for "PARKEN von" (22. Nov. 2025 um 13:00) and "PARKEN bis" (27. Nov. 2025 um 02:00), a "Gutscheincode" field with placeholder "Ihr Code", and a pink button labeled "Parkplatz suchen".



Digitaler Vertrieb von Parkflächen

- Aufteilung der Stellplatzkapazitäten (Online, Schranke, Dauerparker)

Start Datum	Ende Datum	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sat	So
2020-01-01	2022-08-31	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500

- Ermittlung der Belegungszahlen (Auslastung in %)

Sonntag	Montag	Dienstag	Mittwoch	Donnerstag	Freitag	Samstag	
26	27	28	29	30	31	90% Min: 199 Max: 279	
87% Min: 255 Max: 387	2 80% Min: 386 Max: 443	3 78% Min: 426 Max: 443	4 77% Min: 438 Max: 457	5 78% Min: 423 Max: 455	6 80% Min: 386 Max: 467	7 81% Min: 373 Max: 437	
80% Min: 396 Max: 590	9 69% Min: 590 Max: 590	10 67% Min: 640 Max: 654	11 65% Min: 665 Max: 693	12 67% Min: 636 Max: 701	13 72% Min: 546 Max: 698	14 73% Min: 516 Max: 641	
73% Min: 515 Max: 637	16 68% Min: 608 Max: 697	17 65% Min: 676 Max: 697	18 64% Min: 701 Max: 736	19 63% Min: 711 Max: 752	20 63% Min: 719 Max: 771	21 59% Min: 783 Max: 793	
55% Min: 859 Max: 933	23 51% Min: 933 Max: 933	24 47% Min: 1016 Max: 1016	25 46% Min: 1042 Max: 1047	26 45% Min: 1050 Max: 1088	27 43% Min: 1084 Max: 1093	28 42% Min: 1119 Max: 1128	
40% Min: 1158 Max: 1251	30	1	2	3	4	5	6

Digitaler Vertrieb von Parkflächen

- Jahresplanung mit 5 unterschiedlichen Saisonzeiten und einem jeweiligen Basistarif
- Plan wird jährlich auf Basis der Erfahrungen aus den Vorjahren und dem aktuellen Ferienkalender angepasst

Januar 2026							Februar 2026							März 2026						
So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa
28	29	30	31	1	2	3	25	26	27	28	29	30	31	22	23	24	25	26	27	28
4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
11	12	13	14	15	16	17	8	9	10	11	12	13	14	8	9	10	11	12	13	14
18	19	20	21	22	23	24	15	16	17	18	19	20	21	15	16	17	18	19	20	21
25	26	27	28	29	30	31	22	23	24	25	26	27	28	22	23	24	25	26	27	28
1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	29	30	31	1	2	3	4

- Festlegung von 7 Auslastungsstufen
- Automatisierter Zuschlag auf Basistarif je nach erreichter Auslastungsstufe

Digitaler Vertrieb von Parkflächen

- Anzeige der Produkte mit freien Kapazitäten
- Tarifermittlung auf Basis der ausgewählten Saisonzeit und der aktuellen Auslastung
- Anzeige der Ersparnis gegenüber Schrankentarif (ohne Buchung)

 ParkenPLUS	 Parkhaus 2	 Parkhaus 3
ParkenPLUS		
1 Min	(Sonst 140,00 €) 88,00 €	(Sonst 106,00 €) 79,00 €
 Fußweg	 Fußweg	 Fußweg
19% sparen		
19% sparen		
Buchen		

Agenda

1. Digitaler Zwilling zur Erreichung der Klimaziele
2. Digitaler Vertrieb von Parkflächen
- 3. Integrierte, KI-unterstützte Konzernplanung**
4. 3-D Terminalrundgang

Integrierte KI-unterstützte Konzernplanung

Einführung eines Tools zur 10 Jahres Finanzplanung

≡ UNIT4 FP&A

Start (One Client) ×

ALBRECHT DÜRER
AIRPORT NÜRNBERG

Integrierte Finanzplanung

			Investition anlegen			
	Investitionen Übersicht		Investition Planung			
Versionen verwalten			Steuer Planung	Darlehen Planung		
Pflege IFP	Importe	Änderung GuV	IC Beziehung	Anfangs- bilanz	Bilanz- planung	Reporting
Pflege Sonstiges			IC Beziehung Reports	Zinssatz Definition	Bilanz- konsolidier- ung	
Pflege GuV Monats- verteilung				Cashpooling Zinseingabe		

Integrierte KI-unterstützte Konzernplanung



Agenda

1. Digitaler Zwilling zur Erreichung der Klimaziele
2. Digitaler Vertrieb von Parkflächen
3. Integrierte, KI-unterstützte Konzernplanung
- 4. 3-D Terminalrundgang**

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit



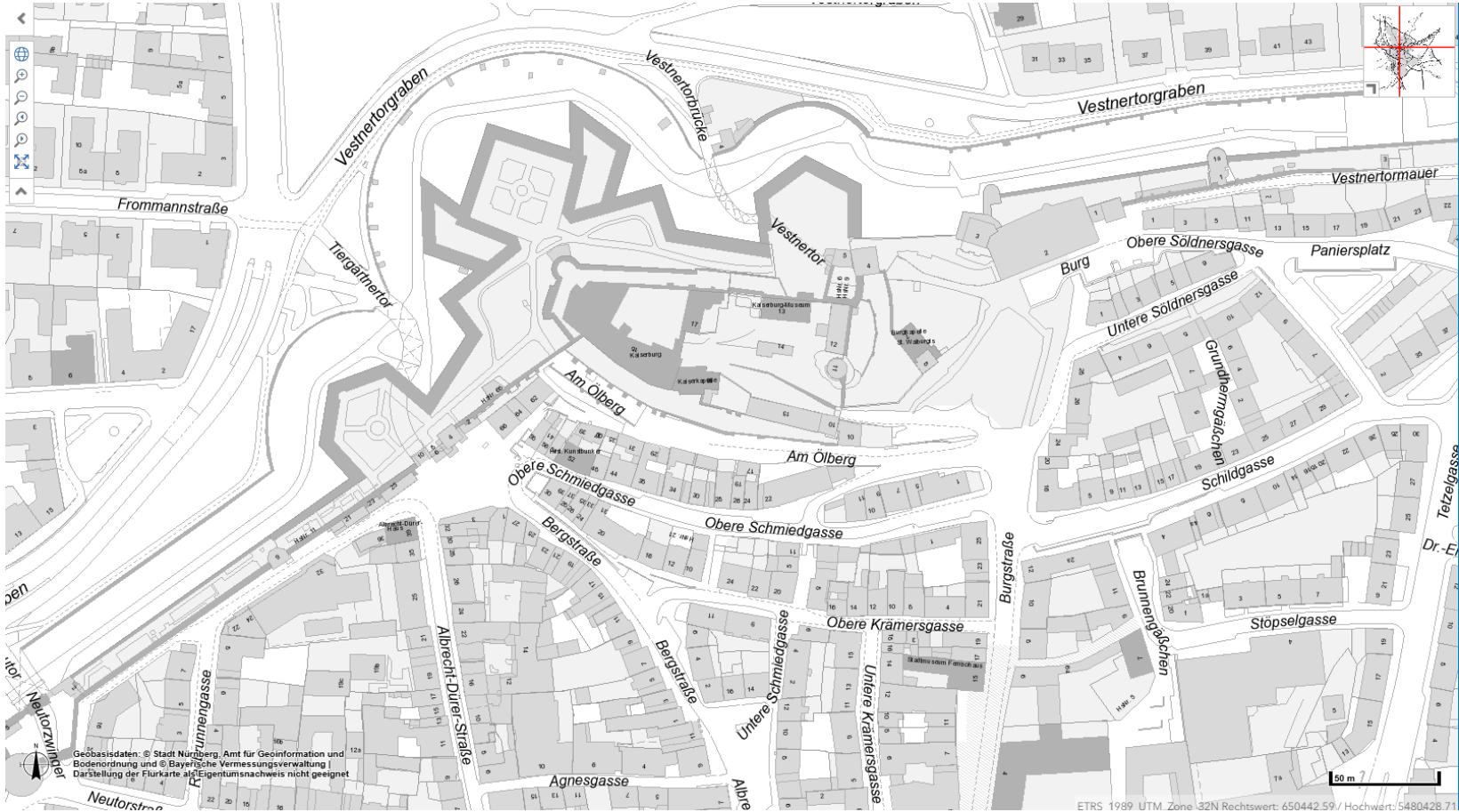
ENTSPANNT
ABHEBEN.

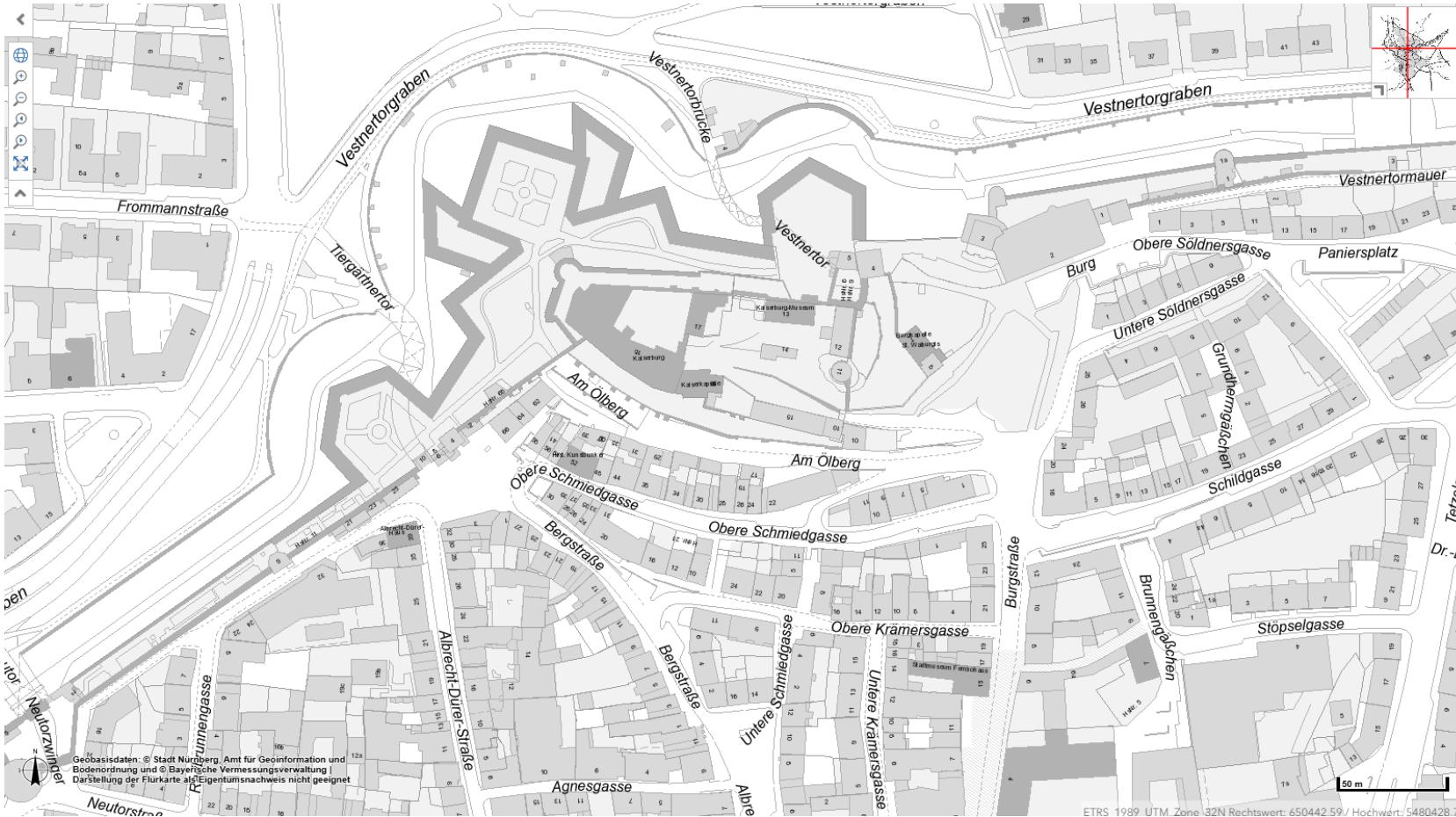
Amt für Geoinformation und Bodenordnung

3. Innovationssymposium 2025 - Session „Digitaler Zwilling“



Geodaten-Service – ein Urbaner Digitaler Zwilling





© Stadt Nürnberg, Geo

Die Welt ist nicht
flach

Die Welt ist nicht
grau



© Stadt Nürnberg, Geo

Amt für Geoinformation und Bodenordnung



Die Welt ist 3D

Die Welt ist farbig

Fotorealistisches
3D-Stadtmodell

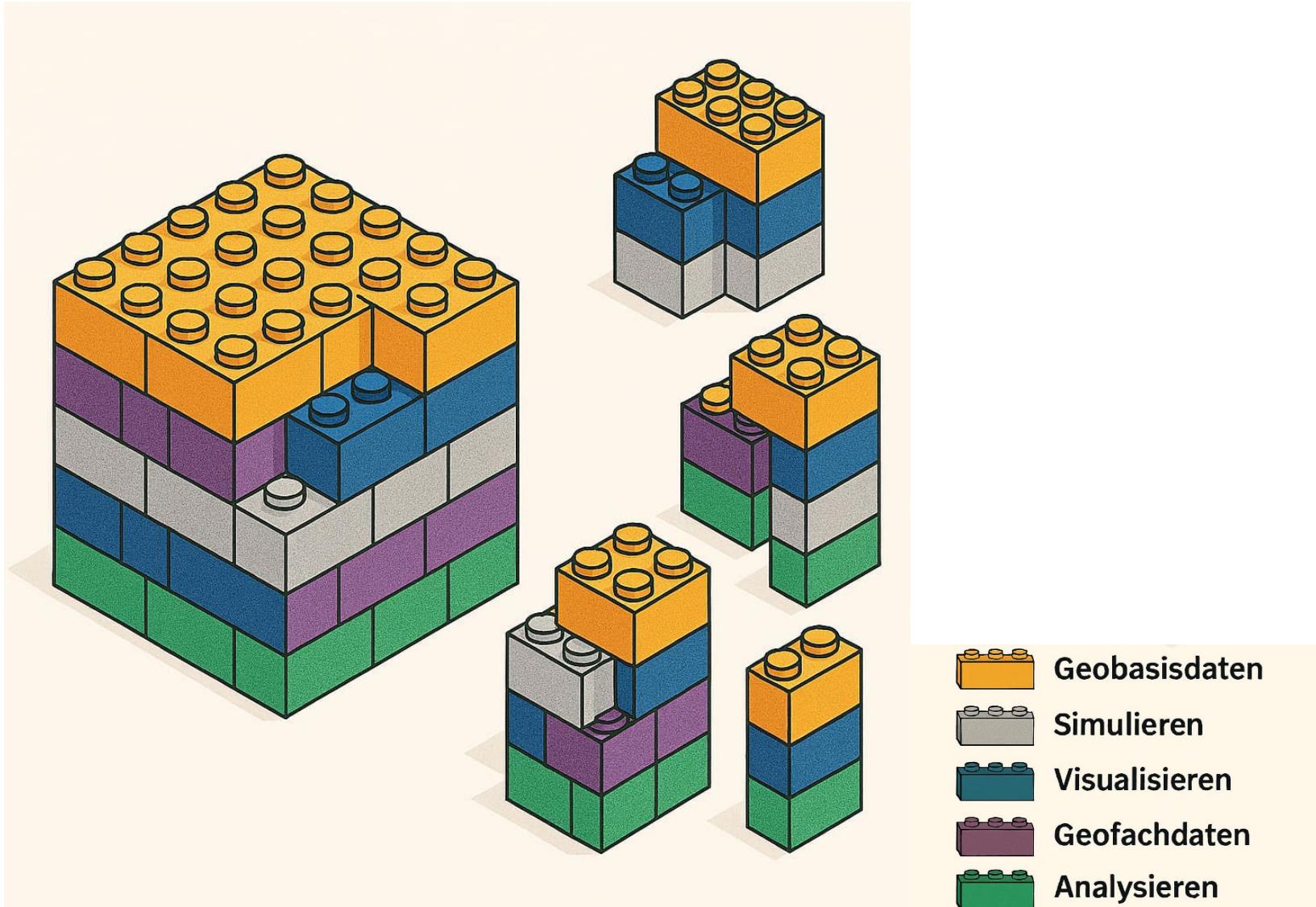


© KI generiert

individuelle
Anwendungsfälle

individuelle
3D-Stadtmodelle

Semantisches
3D-Stadtmodell



◀ unterschiedliche Bausteine, die individuell miteinander kombinierbar sind

Fachzwillinge

Grundlage:
Geobasiszwilling



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Amt für Geoinformation und Bodenordnung

Bauhof 5
90402 Nürnberg

Michael Pospiech
Bereichsleiter Geodatenmanagement
+49 (0)9 11 / 2 31-4420
michael.pospiech@stadt.nuernberg.de
<http://www.geoinformation.nuernberg.de>

Digitale Urbane Zwillinge

Anwendungsmöglichkeiten für die Stadtplanung der Zukunft



Definition & Merkmale

- Konzeption als Ressourcenwürfel/Baukastensystem digitaler Daten mit offenen Schnittstellen (> **Interoperabilität und Aufbrechen von "amtsinternen Datensilos"**)
- Verknüpfung von Geodaten, Fachinformationen und Echtzeitdaten (**Raum- & Zeitbezug**)
- Ermöglicht dynamische **Analysen & Simulationen**

Statt „*dem einen*“ Urbanen Zwilling > **Fachzwillinge & Zwillingsanwendungen** je nach Anforderung

- Anwendungen
- Analyse
- Geobasiszwillig
- Geobasisinformationen

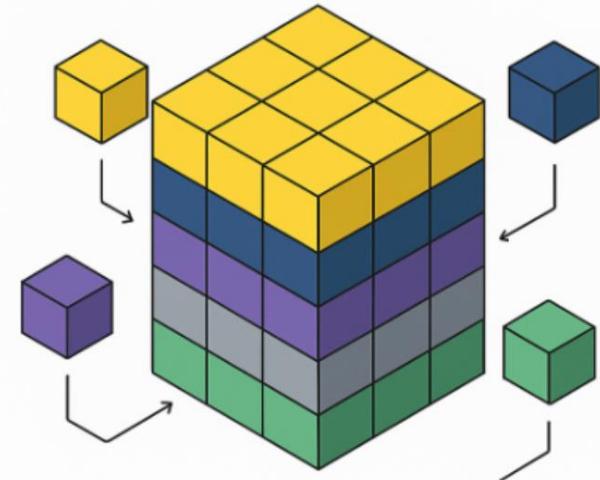
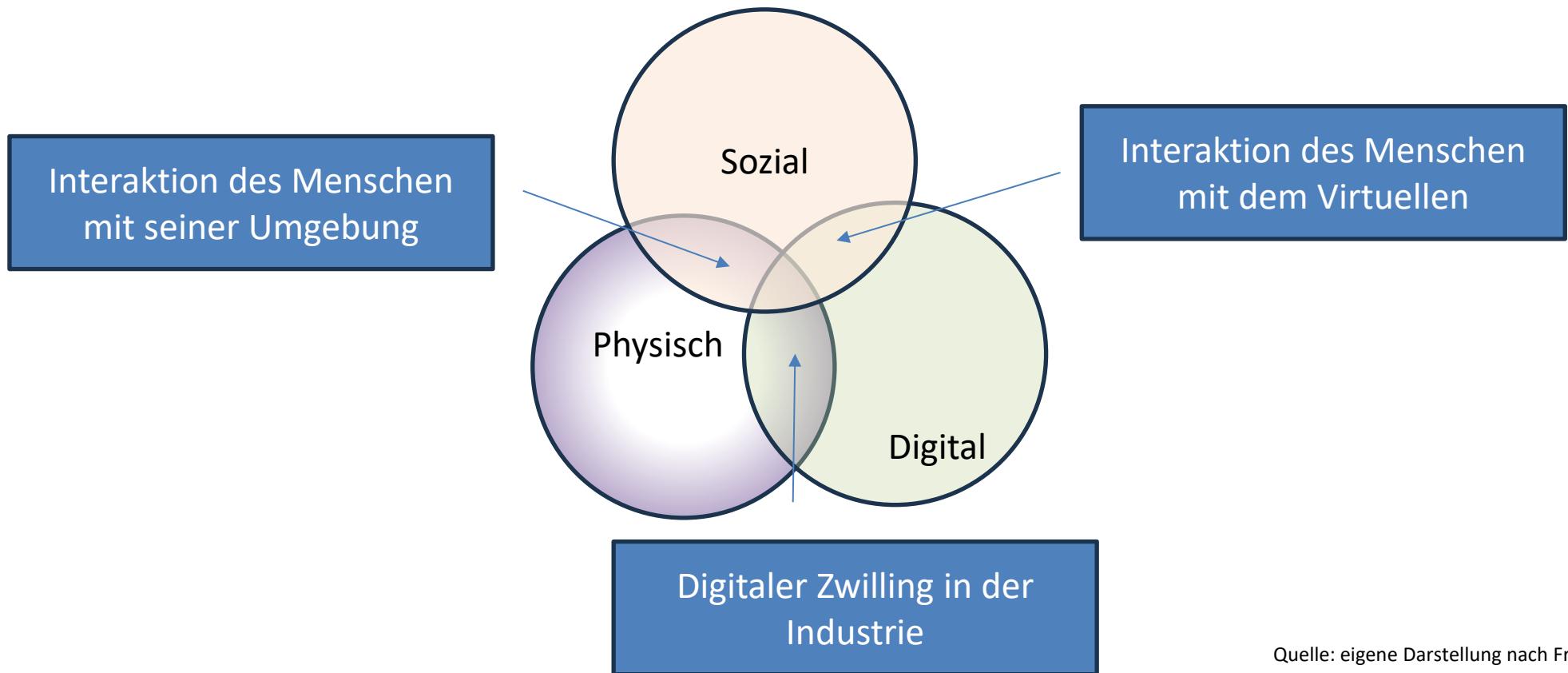


Abb. Eigene KI-Darstellung

Aspekte des Digitalen Zwillings

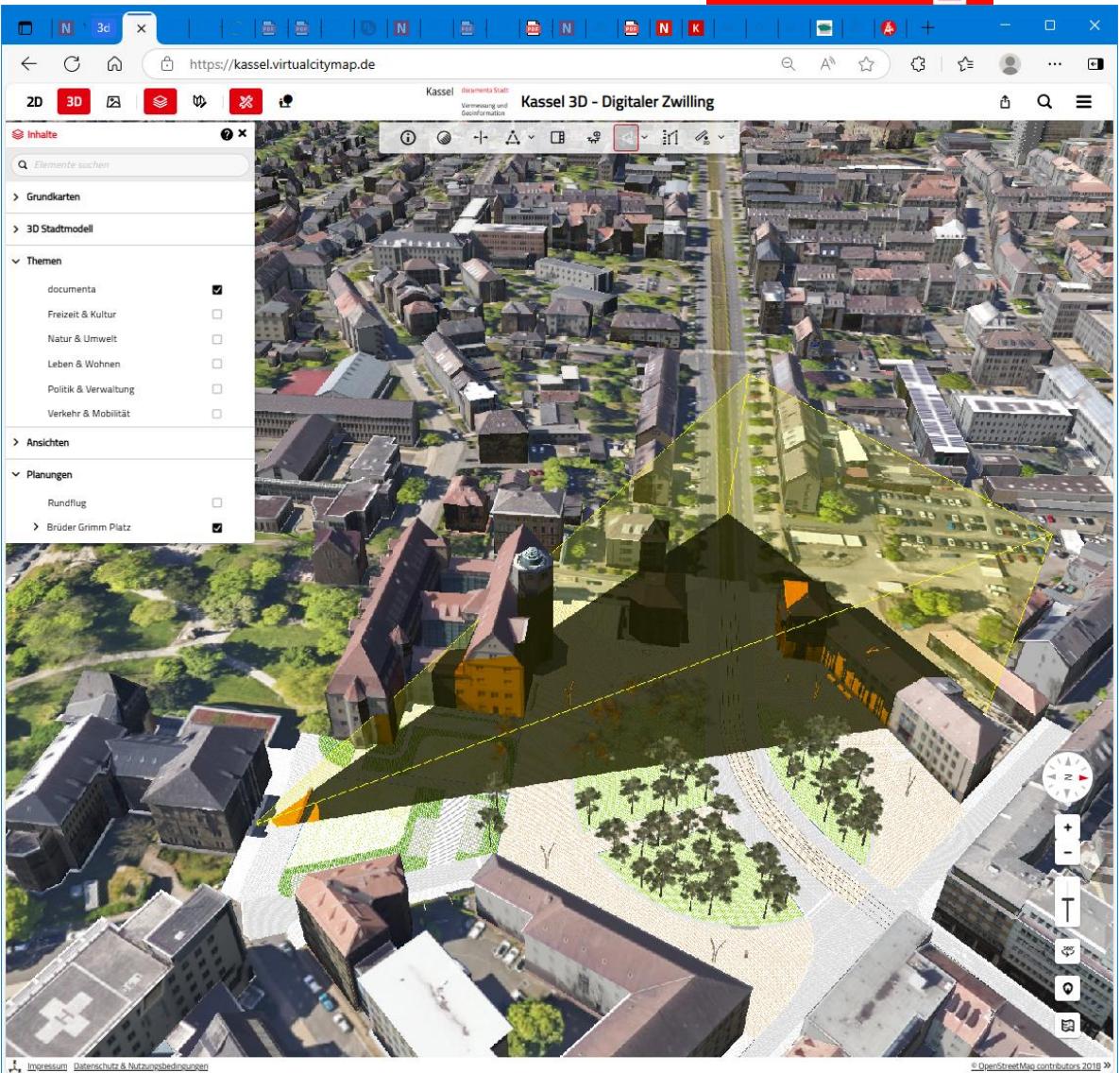


Quelle: eigene Darstellung nach Fraunhofer

Use Cases für die Stadtplanung

Wissensgenerierung & Faktengestütztes Entscheiden (Reifegrade 1 und 2)

- Planungssimulationen durch veränderte Sichtachsen
- Variantenvergleiche zwischen Entwürfen zum Beispiel in Öffentlichkeitsbeteiligungen
- Visualisierung von planungsrechtlichen Festsetzungen
- Abb. Planungssimulation und Sichtachsendarstellung in Kassel



Use Cases verschiedener Reifegrade

Gesteuerte Umsetzung

Anpassungen von Gebäudestellungen
basierend auf dem geringsten Einfluss auf
Kaltluftschneisen

Festsetzung von Fassadenbegrünungen
Basierend auf dem Einfluss Mikro-Klima

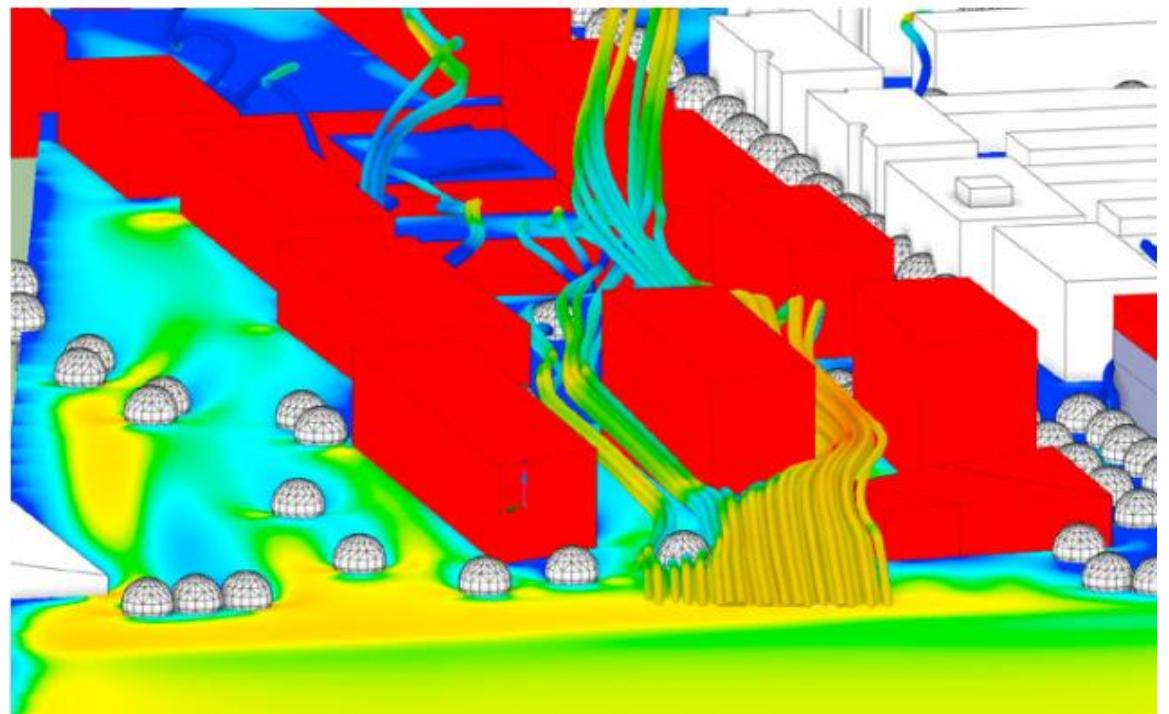
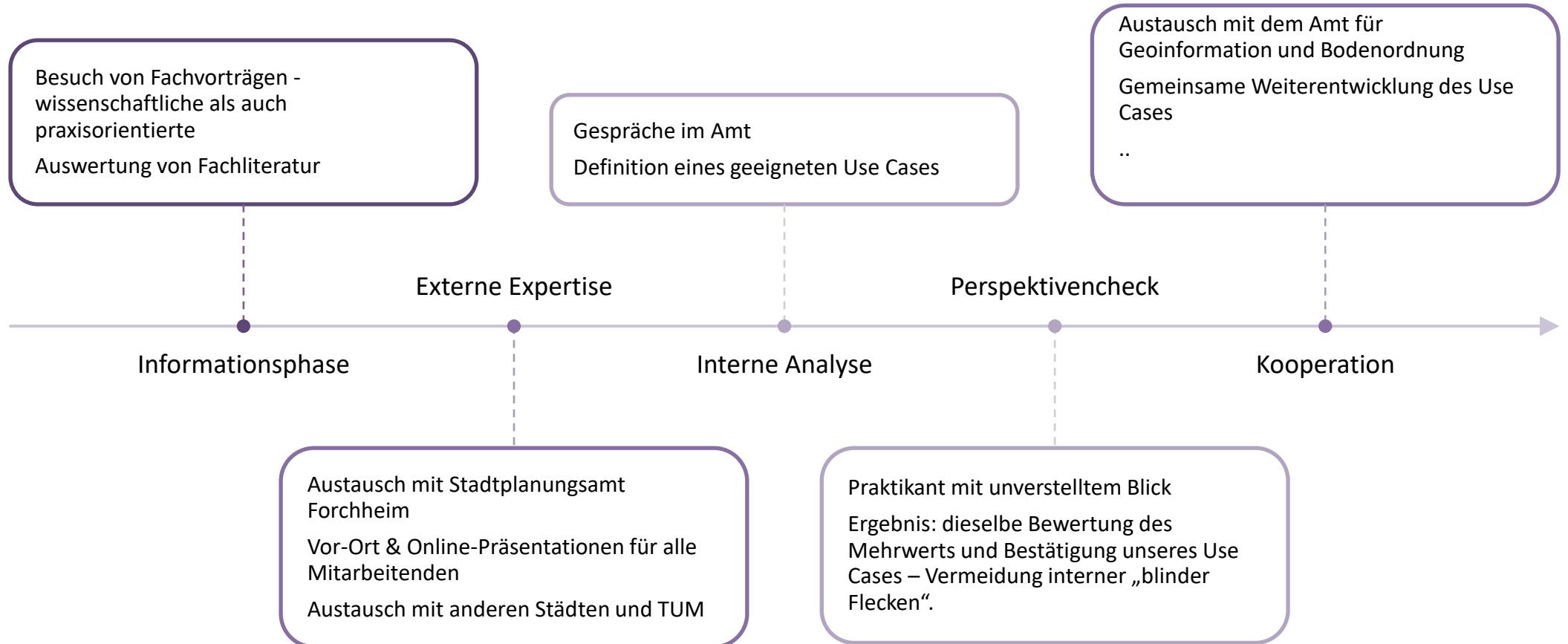


Abb. Simulation des Bodennahen Windfelds in Bremen

Im Digitalen Zwilling analysierte Szenarien liefern die Handlungsgrundlage für die Umsetzung der Maßnahmen

Entwicklungsprozess beim Stadtplanungsamt



Mehrwert



Effizientere Planung

Schnellere Erstellung und Prüfung von Planungsvarianten

Vergleich verschiedener Szenarien in Echtzeit

Bessere Kommunikation & Vermittlung

Anschauliche Visualisierung für Bürger:innen, Politik und interne Gremien

Erleichtert Entscheidungsfindung und Partizipation

Fundierte Entscheidungsgrundlagen

Integration verschiedener Datenquellen (Geodaten, Infrastruktur, Umwelt)

Unterstützung datenbasierter Entscheidungen

Innovationsförderung & strategischer Vorteil

Frühzeitige Identifikation von Potenzialen und Konflikten
Steigerung der internen Expertise und Sichtbarkeit moderner Stadtplanung

Minimierung interner „blinder Flecken“

Unabhängige Perspektiven
Sicherstellung ganzheitlicher Planungsansätze

Hindernisse



Daten & Technik

Verfügbarkeit, Qualität und Standardisierung von Geodaten
Technische Komplexität und Integrationsaufwand



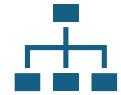
Organisation & Zusammenarbeit

Interne Abstimmung zwischen Ämtern und Fachbereichen
Unterschiedliche Erwartungen und Prioritäten der Beteiligten



Know-how & Ressourcen

Fachliche Expertise
Zeitliche und organisatorische Kapazitäten



Akzeptanz & Kommunikation

Mitarbeitende müssen neue Arbeitsweisen verstehen und mittragen
Partizipation von externen Akteuren (Bürger:innen, Politik)



Rechtliche & Datenschutz-Aspekte

Umgang mit sensiblen Daten
Einhaltung gesetzlicher Vorgaben



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit.