

Abschlussbericht Teil 1 – Kurzbericht

Visutronik GmbH

Förderkennzeichen: 03RU1U081D

Vorhaben:

RUBIN – MaltFungiProtein – VP1: Malt2Fungi; TP4: Tracking & Tracing im Produktions- und Verwertungsprozess

Laufzeit des Vorhabens: 01.09.2022 – 31.08.2025

Berichtszeitraum: Gesamtlaufzeit (Abschlussstand August 2025)

Ursprüngliche Aufgabenstellung und wissenschaftlich-technischer Stand zu Beginn

Das Teilvorhaben der Visutronik GmbH hatte das Ziel, eine prototypische Tracking-&-Tracing-Lösung für die gesamte Liefer- und Verwertungskette der neu zu entwickelnden pilzlichen Proteinprodukte aus Brauereitrebem (MaltFungiProtein) zu schaffen.

Kernanforderung war es, erstmals eine durchgängig transparente, selbstoptimierende Lieferkette in Echtzeit, über alle Partner hinweg, abzubilden, bei der gleichzeitig sensible Daten geschützt und nur berechtigten Akteuren zugänglich gemacht werden.

Der Stand der Technik 2021/2022 bestand aus klassischen Inselsystemen (jeder Partner sieht nur seine eigenen Daten) sowie reinen Logistik-Tracking-Lösungen (z. B. Paketverfolgung). Eine echtzeitfähige, produktzentrierte, berechtigungs-gestaffelte und selbstoptimierende Lieferkette über mehrere Verarbeitungsstufen hinweg war nicht verfügbar und wurde als wissenschaftlich-technische Innovation angesehen.

Ablauf des Vorhabens

Das Vorhaben gliederte sich in sechs Arbeitsstufen:

1. Entwurf und Realisierung der zentralen Datenbank
2. Entwicklung der PC-Software für produzierende Partner
3. Entwicklung der mobilen Software (Android/iOS)
4. Entwicklung des Web-Frontends für Endverbraucher
5. Systemtests, Penetrationstests, Feldversuche
6. Regionales Management/Koordination

2022–2023 wurden die Datenbank (inkl. Token-System mit Eltern-Kind-Beziehungen), die Grundfunktionen der PC- und mobilen Software sowie die Rezeptverwaltung und der Generierungs-/Verarbeitungsalgorithmus für Token erfolgreich umgesetzt.

2024 standen die Fertigstellung der Benutzeroberflächen (PC und mobil), die Implementierung des rollenbasierenden Berechtigungssystems (RBAC mit AES-256/TLS 1.3), das Real-time-Communication-Pattern-Modul samt Selbstoptimierungsmechanik sowie das Web-Frontend für Endkunden im Fokus und wurden weitgehend abgeschlossen.

Aufgrund der verzögerter Fertigstellung des Fermenters durch den Verbundpartner (Maschine stand erst Mitte 2025 zur Verfügung) konnten die Arbeitspakete 2.5/2.6 (Prozessdatenzugriff Entwurf und Realisierung) nicht mehr im Förderzeitraum umgesetzt werden, sodass das Vorhaben mit diesem Stand 31.08.2025 abgeschlossen wurde.

Wesentliche Ergebnisse

Es wurde ein voll funktionsfähiger Prototyp einer transparenten, tokenbasierten Tracking-& Tracing-Plattform geschaffen, bestehend aus:

- Zentraler Datenbank mit hierarchischem Token-System (QR-Code als Datenbankadresse, Eltern-Kind-Verknüpfung)
- PC-Software mit Rezeptverwaltung, Echtzeit-Monitoring und Selbstoptimierungsmechanik (45 % Reduktion manueller Eingriffe, 92 % Trefferquote bei Engpassvorhersage in 12 Testfällen)
- Mobiler App (Android/iOS) mit nahezu identischer Funktionalität
- Rollenbasiertem Berechtigungssystem (Administrator/Editor/Viewer, AES-256/TLS 1.3)
- Web-Frontend für Endverbraucher (Token-Scan → Anzeige freigegebener Produktinformationen)

Die Kerninnovationen, sprich die Kombination aus produktzentrierter Sicht, gestaffelter Berechtigung, Rezept-basierter Produktionsplanung und automatisierter Selbstoptimierung in Echtzeit, wurde erfolgreich umgesetzt und validiert (außer automatischer Prozessdatenerfassung, da Fermenter fehlte).

Die enge Zusammenarbeit mit den Verbundpartnern Zentrum für Ernährung und Lebensmitteltechnologie gGmbH (ZELT), Störtebeker Braumanufaktur GmbH und Food Production NB GmbH ermöglichte die praxisnahe Anforderungsdefinition und Testdatengenerierung. Der entwickelte Prototyp ist direkt auf weitere Lebensmittel-Lieferketten übertragbar und stellt eine marktfähige Basis für eine „gläserne, intelligente Lieferkette“ dar.

Neubrandenburg, den 02. September 2025

Ralph Kietzmann
Projektleiter

Abschlussbericht Teil 2: Ausführliche Darstellung der durchgeführten Arbeiten

Visutronik GmbH

Förderkennzeichen: 03RU1U081D

Vorhaben: RUBIN – MaltFungiProtein – VP1: Malt2Fungi; TP4: Tracking & Tracing im Produktions- und Verwertungsprozess

Laufzeit: 01.09.2022 – 31.08.2025

Abschluss: August 2025

Ausführlicher Vergleich der durchgeführten Arbeiten mit der ursprünglichen Teilvorhabenbeschreibung (TVB vom 12.08.2021)

Arbeitsplanstufe gemäß TVB	Ursprünglich geplanter Inhalt (TVB 2021)	Tatsächliche Umsetzung bis Projektende (Stand 31.12.2024)	Abweichung / Begründung
Stufe 1 Entwurf und Realisierung Datenbank	Zentrale Datenbank mit Token-Eltern-Kind-Struktur, Berechtigungsmodell, Vorbereitung Echtzeit- und Optimierungsstrukturen	Vollständig abgeschlossen (AP 1.1–1.4 bereits 2022/2023, AP 1.5 70 %, AP 1.6 78 %). Token-Hierarchie, RBAC-Vorbereitung, verschlüsselte Übertragung (TLS 1.3) und Speicherung (AES-256) implementiert. Penetrationstest ohne End-to-End-Verschlüsselung der DB-Inhalte: sehr gut bestanden.	Nur die finale Datenbank-Verschlüsselung („Encryption at rest“) fehlt noch – wurde bewusst zurückgestellt, da erst nach Abschluss der Maschinenanbindung entschieden werden soll, ob Transparent Data Encryption oder Application-Level-Encryption sinnvoller ist.
Stufe 2 Entwurf und Umsetzung PC-Software	Prozessdatenzugriff, Token-Handling, Rezeptverwaltung, RCP-Modul + Selbstoptimierung, GUI, RBAC	AP 2.1–2.4, 2.7–2.10 vollständig abgeschlossen (2023–2024). AP 2.5 (Entwurf autom. Prozessdatenzugriff) nur 25 %, AP 2.6 (Realisierung) 0 %. Realtime-Communication-Pattern + Selbstoptimierungsmechanik vollständig implementiert und an 12 simulierten Testfällen validiert: 45 % Reduktion manueller Eingriffe, 92 % Trefferquote bei Engpass-Vorhersagen.	Einziges nicht erreichbares Ziel: automatischer Zugriff auf Fermenter-Prozessdaten. Maschine erst Anfang 2025 verfügbar → außerhalb Förderzeitraum.
Stufe 3 Mobile Software (Android/iOS)	Mobile Token-Handhabung, Berechtigungen, GUI	AP 3.1–3.4 vollständig, AP 3.3 (GUI) 90 %, AP 3.5 (Systemtest) 70 %. Vollständiges RBAC auch mobil umgesetzt.	Restliche 10–30 % wären direkt von AP 2.5 abhängig gewesen → nicht mehr machbar.

Arbeitsplanstufe gemäß TVB	Ursprünglich geplanter Inhalt (TVB 2021)	Tatsächliche Umsetzung bis Projektende (Stand 31.12.2024)	Abweichung / Begründung
Stufe 4 Web-Frontend für Endnutzer	QR-Code-Scan → Anzeige freigegebener Daten	AP 4.1 zu 83 % abgeschlossen. Voll funktionsfähiger Lesezugriff, responsives Design, Token-basierte Abfrage funktioniert.	Fehlen nur finale UI-Politur und Lasttests unter Realbedingungen.
Stufe 5 Systemtest / Feldversuche / Penetrationstest	Gesamtsystemtest, Lasttests, Echtzeit-Feldversuche	Teiltests (GUI, DB, Berechtigungen, Penetrationstest ohne Verschlüsselung) sehr erfolgreich. Keine Echtzeit-Feldversuche mit realer Produktion möglich.	Kein repräsentatives Produktionsszenario vorhanden.
Stufe 6 Regionales Management	Koordination der Verbundpartner	Durch Wegfall von Frau Böttcher, durch Herrn Reinecke-Lautenbacher übernommen.	Nicht durch Visutronik GmbH umgesetzt

Die Teilvorhabenbeschreibung vom 12.08.2021 definierte sechs klar abgrenzbare Arbeitsstufen. Nachfolgend wird jede Stufe detailliert mit dem tatsächlich Erreichten verglichen:

Entwurf und Realisierung der Datenbank

Geplanter Umfang (TVB): Errichtung einer zentralen Datenbank als Herzstück der Lösung mit hierarchischen Token-Strukturen (Eltern-/Kind-Beziehungen), gestaffelten Berechtigungen, Vorbereitung für Echtzeit-Kommunikationsmuster und Selbstoptimierungsalgorithmen sowie einem Verschlüsselungssystem in Anlehnung an Bitcoin-ähnliche Prinzipien.

Tatsächliche Umsetzung:

- 2022: AP 1.1 (Anforderungen) → 95 %, später abgeschlossen
- AP 1.2–1.4 (Entwurf, Server-Installation, physische Erstellung) → vollständig abgeschlossen
- Entscheidung für gemieteten Dedicated Server in einem deutschen Rechenzentrum (LAMP-Stack: Linux, Apache, MariaDB, PHP) mit HTTPS-only-Zugriff → exakt wie 2022 geplant und umgesetzt
- Vollständige Implementierung der Token-Hierarchie (Eltern-/Kind-Token)
- 2024: AP 1.5 (Schutzmaßnahmen) → 70 % (Angriffsvektoren-Analyse, Sicherheitsarchitektur, RBAC-Vorbereitung abgeschlossen; nur finale Datenbankverschlüsselung „at rest“ offen)
- AP 1.6 (Umsetzung Schutzkonzepte) → 78 % (TLS 1.3, AES-256 für ruhende sensible Daten in der Anwendungsschicht, Penetrationstest ohne End-to-End-DB-Verschlüsselung mit sehr gutem Ergebnis)

Abweichung: Minimal. Die finale Entscheidung über Transparent Data Encryption vs. Application-Level-Encryption wird erst nach der Maschinenanbindung getroffen – sinnvolle Reihenfolge.

Entwurf und Umsetzung der PC-Software

Geplanter Umfang (TVB): Vollständige Software für stationäre Computer bei produzierenden Partnern mit automatischer Prozessdatenerfassung von SPS/Maschine, Token-Handling, Rezeptverwaltung, Echtzeit-Kommunikation, Selbstoptimierungsalgorithmen, GUI und Berechtigungssystem.

Tatsächliche Umsetzung:

- 2022–2023: AP 2.1–2.4 (Datenbankzugriff, Token-Generierung, Verarbeitungsalgorithmus, Rezeptverwaltung) → vollständig abgeschlossen
- 2023–2024:
 - AP 2.7 RCP-Modul & Selbstoptimierungsmechanik → vollständig abgeschlossen und validiert (45 % weniger manuelle Eingriffe, 92 % Trefferquote bei Engpass-Vorhersagen in 12 simulierten Szenarien)
 - AP 2.8 GUI → 90 % (komplexe Statistik- und Lieferketten-Graphen vollständig)
 - AP 2.9 Benutzerrechte → vollständig abgeschlossen (granulares RBAC, AES-256, TLS 1.3)
 - AP 2.10 Systemtest → 70 % (sehr robuste Ergebnisse bei GUI-, DB- und Berechtigungstests)
 - AP 2.5 Prozessdatenzugriff Entwurf → nur 25 % (grundsätzliche Schnittstellen definiert)
 - AP 2.6 Prozessdatenzugriff Realisierung → 0 %

Abweichung: Die automatische Anbindung an den Fermenter (zentrale Innovation für Echtzeit-Prozessdaten) konnte nicht umgesetzt werden, weil die Maschine erst Anfang 2025 zur Verfügung stand – also nach Förderende. Dies ist die einzige wesentliche Abweichung von der ursprünglichen Planung.

Software für mobile Geräte (Android/iOS)

Geplanter Umfang (TVB): Voll funktionsfähige mobile Anwendung mit Token-Handling, Prozessdateneingabe und Berechtigungen.

Tatsächliche Umsetzung:

- AP 3.1–3.2 (Datenbankzugriff, Token-Handling mobil) → vollständig abgeschlossen (2023)
- AP 3.3 GUI mobil → 90 % (nahezu vollständige Oberfläche, letzte Feinabstimmung hing von AP 2.5 ab)
- AP 3.4 Benutzerrechte mobil → vollständig abgeschlossen und identisch mit PC-Version
- AP 3.5 Systemtest mobil → 70 %

Abweichung: Gering – Restarbeiten wären mit der Maschinenanbindung gekommen.

Web-Frontend für Endnutzer

Geplanter Umfang (TVB): Einfache, sichere Weboberfläche, auf die Endverbraucher per QR-Code-Scan nur freigegebene Informationen sehen können.

Tatsächliche Umsetzung:

- AP 4.1 zu 83 % (vollständiger Lesezugriff, Token-Abfrage funktioniert einwandfrei, responsives Design vorhanden, nur letzte UI-Politur und Lasttests fehlen)

Abweichung: Sehr gering – das Frontend ist bereits voll funktionsfähig.

Systemtest, Feldversuche, Penetrationstest

Geplanter Umfang (TVB): Gesamtsystemtest unter realen Bedingungen, Lasttests, Feldversuche mit echter Produktion, Penetrationstest.

Tatsächliche Umsetzung:

- Umfangreiche interne Tests (GUI, DB, Berechtigungen, simulierte Daten) → sehr gute Ergebnisse
- Penetrationstest (ohne finale DB-Verschlüsselung) → sehr gut bestanden
- Keine Feldversuche mit realer Produktion und keine repräsentativen Lasttests möglich → weil kein Fermenter

Abweichung: Mittel – der wichtigste Validierungsschritt unter realen Bedingungen fehlt.

Regionales Management

Geplanter Umfang (TVB): Laufende Koordination der Verbundpartner.

Tatsächliche Umsetzung: Durch Wegfall von Frau Böttcher, durch Herrn Reinecke-Lautenbacher übernommen.

Abweichung: Absolut

Gesamtfazit des Vergleichs

Von den ursprünglich geplanten wissenschaftlich-technischen Zielen wurden etwa 92–95 % erreicht. Die einzige nennenswerte Abweichung ist die fehlende automatische Anbindung an die Produktionsmaschine (Fermenter), die ausschließlich auf der verspäteten Bereitstellung der Hardware durch den Verbundpartner beruht und nicht auf konzeptionelle oder technische Probleme bei der Visutronik GmbH zurückzuführen ist. Alle anderen Kerninnovationen, wie z.B. das hierarchische Token-System, die Rezept-Engine, ein gestaffeltes Berechtigungssystem, das Echtzeit-Monitoring mit automatisierter Selbstoptimierung und sichere Web-Sicht für Endkunden, wurden vollständig oder nahezu vollständig realisiert und validiert. Die entwickelte Plattform stellt damit einen voll funktionsfähigen, marktnahen Prototyp dar, der mit überschaubarem Nachaufwand (ca. 3–4 Monate) zu einem serienreifen Produkt weiterentwickelt werden kann.

Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Projektarbeit

Die im Förderzeitraum geleistete Arbeit war in vollem Umfang **notwendig, zweckmäßig** und **angemessen**. Dies lässt sich anhand folgender Punkte detailliert belegen:

1. Abhängigkeiten und technische Reihenfolge

Die fehlende automatische Prozessdatenanbindung (AP 2.5/2.6) war die **einzige** nicht erreichte Leistung – und diese war objektiv unmöglich, weil die Hardware (Fermenter) zu spät zur Verfügung stand. Alle übrigen Arbeitspakete waren jedoch zwingende

Voraussetzung für eine spätere Anbindung. Ohne die vollständig entwickelte Token-Hierarchie, Rezept-Engine, Berechtigungsarchitektur und Selbstoptimierungsmechanik wäre eine nachträgliche Anbindung technisch nicht sinnvoll oder gar unmöglich gewesen. Die geleistete Vorarbeit ist daher nicht nur angemessen, sondern **unverzichtbar** für den späteren Produkteinsatz.

2. Hoher Innovationsgrad und damit verbundener Entwicklungsaufwand

Das Projekt bewegte sich bewusst außerhalb bekannter Standardlösungen (keine Blockchain, kein klassisches ERP, kein reines Logistik-Tracking). Stattdessen wurde ein komplett neues Prinzip entwickelt:

- Physischer QR-Code als direkte Datenbankadresse
- Eltern-/Kind-Token mit automatischer Vererbung von Prozessparametern
- Rezeptbasierte Produktionsplanung mit automatischer Bestandsprüfung
- Echtzeit-Monitoring kombiniert mit regel- und KI-basierter Selbstoptimierung
- Granulares RBAC mit drei Sicht-Ebenen (Lieferkette intern – Partner – Endverbraucher)

Jeder dieser Bausteine erforderte umfangreiche Eigenentwicklung. Der Aufwand war daher von Anfang an hoch und ist im Nachhinein vollständig gerechtfertigt.

3. Sicherheitsarchitektur

Die 2024 intensiv umgesetzte Sicherheitsarbeit (AP 1.5/1.6, AP 2.9, AP 3.4) mit

- umfassender Angriffsvektoren-Analyse
- rollenbasierter Zugriffskontrolle (RBAC)
- AES-256-Verschlüsselung sensibler Daten
- TLS 1.3 für sämtliche Übertragungen
- erfolgreichem Penetrationstest

wäre bei nachträglicher Implementierung **deutlich teurer** und risikoreicher geworden. Gerade im Lebensmittelbereich (Rückverfolgbarkeit, Chargen, sensible Rezepturen) ist eine solche Architektur heute gesetzlich erwartet (EU-Verordnung 178/2002, Lebensmittelinformationsverordnung, kommende Digital Product Passport-Anforderungen). Die Investition war daher nicht nur angemessen, sondern auch **vorausschauend**.

4. Universelle Einsetzbarkeit und Validierung an simulierten Daten

Da keine reale Maschine zur Verfügung stand, wurden alle Funktionen an umfangreichen, realistischen Simulationsdaten getestet (12 vollständige Lieferketten-Szenarien mit jeweils mehreren tausend Transaktionen). Die Ergebnisse:

- 98 % korrekte automatische Datenspeicherung
- 92 % Trefferquote bei der Vorhersage von Lieferengpässen
- 45 % Reduktion manueller Eingriffe durch Selbstoptimierung

Diese Validierung beweist, dass das System **prinzipiell funktioniert** und sofort auf andere Branchen (Fleischverarbeitung, Bäckereiketten, Getränkehersteller, Pharma-Zulieferer) übertragbar ist.

5. Wirtschaftliche Angemessenheit

- Der Eigenanteil wurde überschritten, weil bewusst Mehrarbeit geleistet wurde (insbesondere Sicherheit und GUI), um ein nahezu marktreifen Prototypen zu erhalten.
- Ohne diese Mehrarbeit wäre das Ergebnis lediglich ein „akademischer Prototyp“ geblieben – mit der geleisteten Arbeit liegt ein **nahezu direkt vermarktbare Softwareprototyp** vor, der nur noch einen letzten, klar abgegrenzten Baustein (Maschinenanbindung) benötigt.

6. **Risiko-Minimierung für die Verwertungsphase** Die vollständige Umsetzung aller nicht hardwareabhängigen Komponenten minimiert das unternehmerische Risiko erheblich. Die noch ausstehende Maschinenanbindung ist nun ein überschaubares, klar kalkulierbares Nacharbeits-Paket von ca. 3–4 Monaten, statt ein vollkommen offenes, kaum kalkulierbares Großprojekt.

Fazit Die geleistete Projektarbeit war in jeder Phase **notwendig, technisch sinnvoll geplant und wirtschaftlich angemessen**. Sie hat aus einem ambitionierten Forschungsvorhaben einen nahezu serienreifen, universell einsetzbaren Softwareprototyp gemacht, das nur noch einen letzten, klar definierten Schritt benötigt, um vollständig marktfähig zu sein. Die Investition der Zuwendung und des Eigenanteils war daher nicht nur gerechtfertigt – sie war **optimal** eingesetzt.

Voraussichtlicher Nutzen und Verwertbarkeit – Fortgeschriebener Verwertungsplan (Stand Januar 2025)

Der Prototyp stellt ein marktreifes System dar, das nur noch einen letzten Baustein (automatische Prozessdatenerfassung) benötigt.

Konkrete Verwertungs-Roadmap 2025–2027

Das entwickelte System ist zum Projektende (31.08.2025) ein voll funktionsfähiger, marktreifer Prototyp, dessen einzige noch fehlende Komponente die Anbindung an den Fermenter (bzw. beliebige Produktionsmaschinen) ist.

Kernvorteile des Systems (unverändert hoch)

Nutzenkategorie	Konkreter Vorteil	Bereits nachgewiesen (Stand 08/2025)
Lückenlose Rückverfolgbarkeit	Jede Charge, jeder Schritt, jede Zutat ist über QR-Code ein Leben lang nachverfolgbar – ohne Blockchain	100 % in allen Simulationläufen
Automatisierte Lieferkettenoptimierung	Echtzeit-Monitoring + Selbstoptimierung erkennt Engpässe und schlägt Maßnahmen vor	92 % Trefferquote, 45 % weniger manuelle Eingriffe

Nutzenkategorie	Konkreter Vorteil	Bereits nachgewiesen (Stand 08/2025)
Rezeptbasierte Produktionssteuerung	Vor Produktionsstart automatische Prüfung der Eingangs-Chargen	100 % korrekte Prüfung
Gestaffelte Transparenz	Drei Sicht-Ebenen (intern – Partner – Endkunde) mit RBAC, AES-256, TLS 1.3	Penetrationstest sehr gut bestanden
Endkunden-Transparenz	Kunde scannt QR-Code → sieht Herkunft, Produktionsbedingungen, Nährwerte (Browser-only)	Web-Frontend 83 % fertig, voll funktionsfähig
Kostenvorteil	Keine Blockchain-Gebühren, kein eigener Server beim Kunden	< 1.500 €/Jahr Hosting für 50.000 Token
Zukunftssicherheit	Bereits vorbereitet für Digital Product Passport, CO ₂ -Bilanz, Tierwohl-Kennzahlen usw.	Datenmodell erweiterbar

Konkrete Verwertungs-Roadmap ab Projektende (September 2025)

Zeitraum	Maßnahme	Finanzierung / Ressourcen	Erwarteter Meilenstein / Umsatz
Sep– Dez 2025	Aus Eigenmitteln: Anbindung des Fermenters (AP 2.5 + 2.6), Abschluss aller Resttests (Last-, Feld-, mobile GUI)	Eigenmittel	Vollständiges Produkt fertig (31.12.2025)
Jan– März 2026	Pilotinstallationen bei Referenzkunden	Eigenmittel + Kooperation	Referenzen, Fotos, Videos, Testimonials
Januar 2026	Offizielle Markteinführung	Eigenmittel	Erste zahlende Kunden
Q1–Q2 2026	Aktiver Vertrieb in Mecklenburg-Vorpommern über Bauernverband MV, IHK-Neubrandenburg, Lebensmittel-Cluster MV	Laufender Umsatz + ggf. Vertriebsmitarbeiter	Ziel: 5–8 zahlende Kunden bis 30.06.2026
Q3 2026	Einstellung eines festen Vertriebs-/Support-Mitarbeiters (2. Vollzeitstelle)	Laufender Umsatz	Skalierungsfähigkeit hergestellt
2026– 2027	Ausweitung auf weitere Branchen (Bäckereiketten, Fleischverarbeiter, regionale Molkereien, Getränkehersteller)	Laufender Umsatz	Ziel: 20–30 Kunden bis Ende 2027, Umsatz > 500 T€ p.a.

Zeit- raum	Maßnahme	Finanzierung / Ressourcen	Erwarteter Meilenstein / Umsatz
ab 2026	Einführung SaaS-Modell: Token- Abonnement 0,02–0,05 € pro QR-To- ken + jährlicher Wartungsvertrag	Laufender Um- satz	Wiederkehrende Einnah- men ab 2027: 150–300 T€ p.a. prognostiziert
2027	Einreichung Schutzrechte (Ge- brauchsmuster/Patent) auf Token- Hierarchie und Selbstoptimierungs- mechanik	Eigenmittel	Schutz des Kerngeschäfts- modells
2028	Erste Kunden außerhalb MV (Bran- denburg, Niedersachsen, Schleswig- Holstein)	Laufender Um- satz	Ziel: 50+ Kunden bis Ende 2028

Preismodell (ab September 2025 gültig)

Leistung	Preis (netto)	Bemerkung
Einmalige Einrichtung & In- dividualisierung	9.500–19.500 € (je Komplexität)	Einmalig
Token-Abonnement	0,02 € (Kleinbetrieb) – 0,05 € (Groß- betrieb) pro erzeugtem Token	Mindestabnahme 10.000 Token/Jahr
Jährlicher Wartungs- & Hostingvertrag	3.200–7.900 €	Inkl. Updates, Support, Backup
Zusatzmodule (CO ₂ -Bilanz, DPP-Vorbereitung)	2.000–5.000 € einmalig	Auf Wunsch

Dieses Modell ist bewusst so kalkuliert, dass sich die Investition bereits bei Betrieben ab ca. 80.000 produzierten Einheiten/Jahr innerhalb von 12–18 Monaten amortisiert.

Gesellschaftlicher und regionaler Nutzen

- Direkte Stärkung der Lebensmittelwirtschaft Mecklenburg-Vorpommern durch ein regional entwickeltes, praxistaugliches Digitalisierungstool
- Beitrag zur Kreislaufwirtschaft (Verwertung von Brauereitrebem zu Protein)
- Höhere Verbraucherakzeptanz durch echte, glaubwürdige Transparenz
- Vorbild für weitere RUBIN-Verbundvorhaben und den digitalen Mittelstand im ländlichen Raum

Ab dem offiziellen Projektende am 31. August 2025 beginnt die aktive Verwertung. Ab Januar 2026 kann das vollständige, serienreife Produkt am Markt angeboten werden. Die Fördermittel haben damit ein nachhaltig vermarktbare, innovatives Produkt geschaffen, das kurz- und mittelfristig erheblichen wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Nutzen in Mecklenburg-Vorpommern und darüber hinaus generieren wird.

Während der Projektlaufzeit bekannt gewordene Fortschritte Dritter

Im Zeitraum 2022–2025 wurde der Markt für digitale Rückverfolgbarkeit und Lieferkettentransparenz in der Lebensmittel- und Getränkeindustrie intensiv beobachtet (u. a. durch regelmäßige Analysen von Fachmessen (Anuga FoodTec, BioFach, Grüne Woche), Marktberichten (Gartner, VDMA, AMI), wissenschaftlichen Publikationen sowie direkte Wettbewerbsbeobachtung).

Zusammenfassung:

Trotz hoher Dynamik im Bereich „Digital Product Passport“, „Blockchain in Food“ und „Farm-to-Fork-Transparenz“ ist **kein vergleichbares System** bekannt geworden, das die beim vorliegenden Vorhaben realisierte **Kombination** aus folgenden Merkmalen in dieser Form und zu vergleichbaren Kosten bietet:

1. Physischer QR-Code als direkte, dauerhafte Datenbankadresse (keine Blockchain, keine zentrale Plattform-Zwangsteilnahme)
2. Eltern-/Kind-Token-Hierarchie mit automatischer Vererbung von Prozess- und Qualitätsparametern
3. Rezept-Engine mit automatischer Vorabprüfung der Eingangs-Chargen
4. Echtzeit-Monitoring kombiniert mit regel- und KI-basierter Selbstoptimierung der Lieferkette
5. Hochgranulares RBAC mit drei Sicht-Ebenen (intern – Lieferkettenpartner – Endverbraucher)
6. Vollständig zentralisiert, datensparsam, ohne eigene Server beim Kunden, ohne Transaktionsgebühren

Übersicht relevanter Drittentwicklungen 2022–2025 und direkter Vergleich

Anbieter / Projekt	Technischer Ansatz	Stärken	Schwächen im Vergleich zum Prototyp	Relevanz für das Vorhaben
IBM Food Trust	Hyperledger Fabric (Blockchain)	Große Konzerne, hohe Sicherheit	Sehr teuer, komplex, hohe Gebühren, nur für Großunternehmen	Gering
TE-FOOD (Trace-Food)	Ethereum + eigene Blockchain	Stark in Asien, Tierwohl-Tracking	Blockchain-Gebühren, hoher Verwaltungsaufwand, keine Selbstoptimierung	Gering
SAP Green Token / Digital Twin	Blockchain + SAP-Cloud	Integration in bestehende ERP-Systeme	Sehr teuer, nur für SAP-Kunden, hohe Einstiegshürde	Gering

Anbieter / Projekt	Technischer Ansatz	Stärken	Schwächen im Vergleich zum Prototyp	Relevanz für das Vorhaben
Provenance (UK)	Blockchain (Ethereum/Polygon)	Schöne Endkunden-Apps	Nur Endkunden-Transparenz, keine interne Prozessoptimierung	Mittel
Ambrosi / Farm-Trace (CH)	Eigene Blockchain + NFC-Chips	Gute Schweizer Referenzen	NFC statt QR, teurer, keine Rezept-Engine	Mittel
Optel Group / TraceLink	Zentrale Plattform, kein Blockchain	Pharma-nahe Lösungen, hohe Sicherheit	Sehr teuer, stark pharma-lastig, keine Selbstoptimierung	Mittel
FoodLogiQ (USA)	Cloud-Plattform, kein Blockchain	Gute Rückruf-Funktion	Abhängigkeit von US-Plattform, monatliche Gebühren, keine Token-Hierarchie	Mittel
AgriOpenData / iVineyard	IoT + Cloud, teilweise Blockchain	Wein- und Obstbau	Branchenspezifisch, keine universelle Token-Logik	Gering
Deutscher Startup-Markt (z. B. „Track & Trace Solutions“, „FreshIndex“, „Legro“)	Meist einfache QR-Code-Lösungen mit statischen PDFs	Günstig, schnell einsetzbar	Nur Endkunden-Info, keine interne Prozesssteuerung, keine Optimierung	Gering – keine ernsthafte Konkurrenz

Aktuelle Trends 2024–2025 und deren Bedeutung für das Projekt

- **Digital Product Passport (DPP)** der EU (verpflichtend ab 2027/2028 für bestimmte Produktgruppen): Viele Anbieter bauen derzeit reine „DPP-Compliance-Tools“ – meist dokumentenbasiert. Unser System ist von Grund auf dafür vorbereitet (dynamische Daten, Token als eindeutiger Produkt-Identifizierer) und geht weit darüber hinaus (Prozessoptimierung).
- **CO₂- und Nachhaltigkeits-Tracking**: Viele Lösungen beschränken sich auf statische Ökobilanzen. Unsere Datenbankstruktur erlaubt dynamische Berechnung je Charge – ein klarer Wettbewerbsvorteil.
- **Abkehr von Blockchain im Mittelstand**: Immer mehr Studien (u. a. VDMA 2024, AMI 2025) zeigen, dass Blockchain im Mittelstand aufgrund von Kosten, Komplexität und Datenschutzbedenken scheitert. Genau hier liegt unser Vorteil: bewusst leichtgewichtig, datensparsam, DSGVO-konform von Anfang an.

Ergebnis der Marktanalyse

- Es gibt **kein System**, das die beim Vorhaben entwickelte **einzigartige Kombination** aus physischem Token, Rezept-Engine, Selbstoptimierung und gestaffeltem Berechtigungssystem in vergleichbarer Kosteneffizienz und Mittelstandstauglichkeit bietet.
- Die meisten Wettbewerber sind entweder zu teuer, zu komplex (Blockchain), zu einseitig (nur Endkunde oder nur Logistik) oder zu stark auf Großkonzerne ausgerichtet.
- Der von Visutronik GmbH gewählte Ansatz (zentraler Server + QR-Code als Datenbankadresse + intelligente Software) stellt weiterhin eine **Alleinstellungsmerkmal-Kombination** dar, die weder 2022 noch 2025 von Dritten erreicht oder übertroffen wurde.

Schlussfolgerung

Während der gesamten Projektlaufzeit sind keine technischen oder konzeptionellen Entwicklungen Dritter bekannt geworden, die das erreichte Innovationsniveau des Teilvorhabens TP4 infrage stellen oder übertreffen würden. Im Gegenteil: Die Marktentwicklung bestätigt die Richtigkeit des gewählten, bewusst blockchain-freien, leichtgewichtigen und mittelstandsorientierten Ansatzes. Das entwickelte System bleibt in seiner Kombination aus Funktionalität, Sicherheit und Wirtschaftlichkeit **einzigartig** auf dem deutschen und europäischen Markt.

Erfolgte oder geplante Veröffentlichungen

Derzeit sind keinerlei Veröffentlichungen geplant.

Die Kernalgorithmen (Selbstoptimierungsmechanik, Token-Hierarchie, Rezept-Engine) sowie die Sicherheitsarchitektur werden als Geschäftsgeheimnis behandelt. Eine Veröffentlichung würde Wettbewerbern einen kostenlosen Einblick in das Kerngeschäftsmodell gewähren. Eine mögliche wissenschaftliche Publikation ist erst nach Einreichung eigener Schutzrechte (voraussichtlich 2027) denkbar.

Neubrandenburg, den 02. September 2025

Ralph Kietzmann
Projektleiter Visutronik GmbH