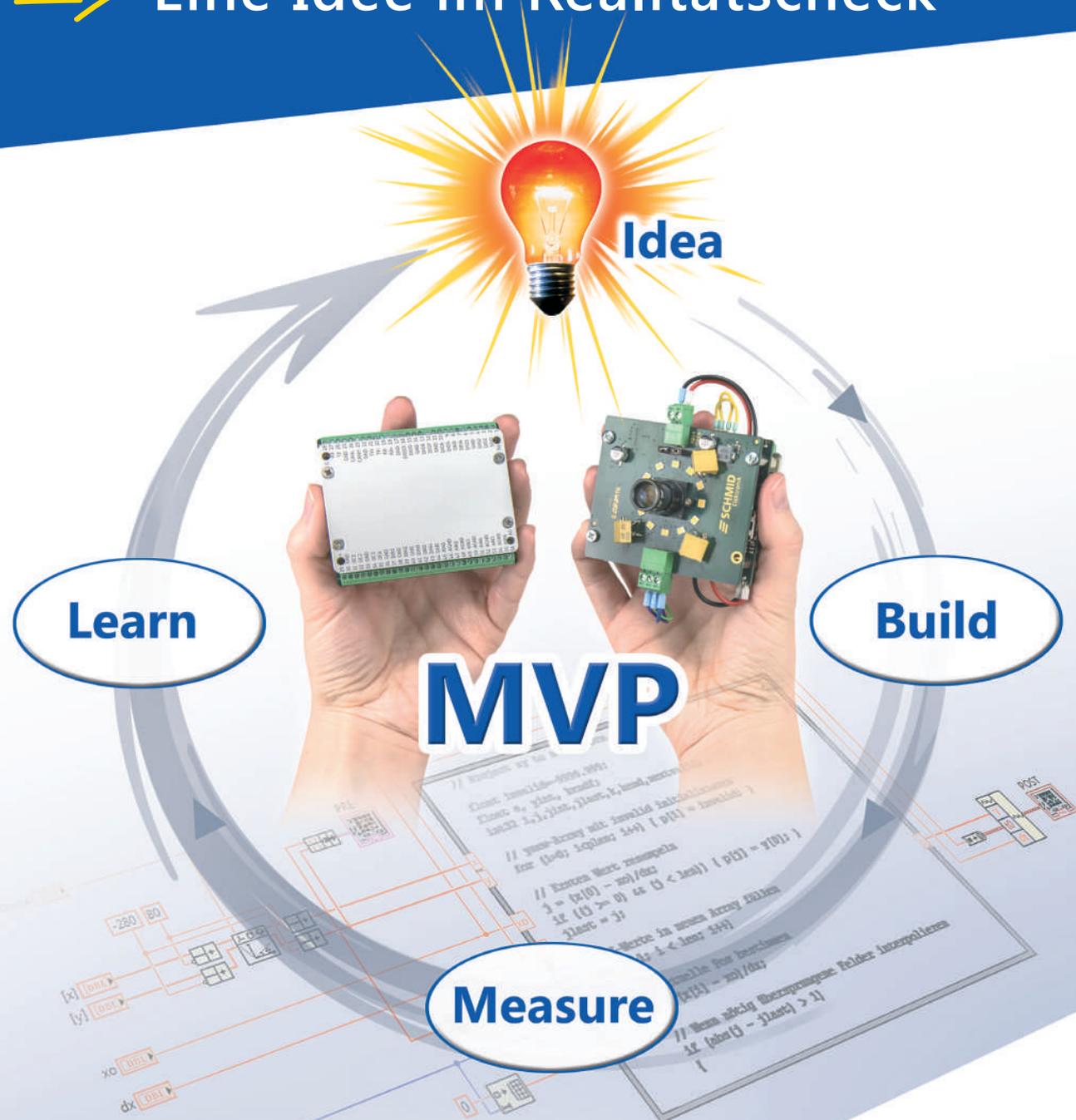




WHITEPAPER

Minimum Viable Products (MVP) ⇒ Eine Idee im Realitätscheck



Die entscheidenden Fragen in der Entwicklung lauten:
Braucht der Markt mein Produkt und sind die Kunden bereit dafür?
Minimum Viable Products geben darauf eine Antwort.

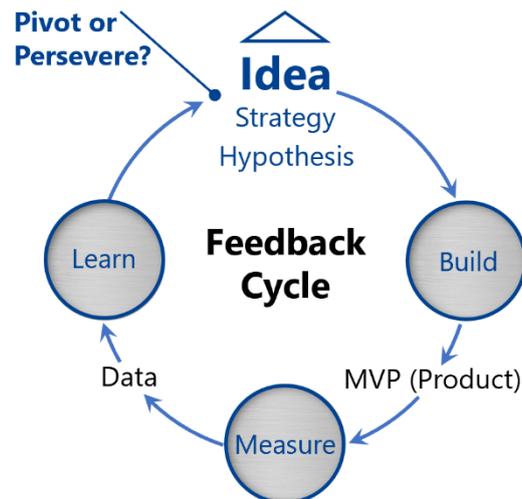
Problemstellung, Theorie und Praxis sowie Beispiele erklärt
dieses Whitepaper.

Produktentwicklung mit Embedded-Systemen

Autor:

Marco Schmid, Schmid Elektronik AG, Schweiz, 2021

Eine Produktentwicklung kann oft länger dauern als geplant und das finanzielle Risiko sowie ein möglicher Misserfolg sind präsent. Es stellt sich dabei weniger die Frage, ob wir das neue Produkt entwickeln können, denn gute Teams erschaffen Großes. Die unternehmerische Frage lautet eher: Soll das Produkt überhaupt entwickelt werden und wenn ja, wie?



Eine verheißungsvolle Denkweise aus dem Silicon Valley verankert sich zunehmend in Technologieunternehmen und beschleunigt ihre Produktentwicklung und die Markteinführung. Ideen kommen dabei auf den Prüfstand, damit nicht gleich aus jeder Idee ein Produkt gemacht, sondern zuerst wertvolles Wissen vom Markt und den Kunden gewonnen wird.

Dazu dienen Minimum Viable Products (MVPs). Sie bestehen nur aus den allernötigsten Funktionen, sind mit geringstem Aufwand realisierbar und bieten von Beginn an einen brauchbaren Nutzen. Die Vorteile: starke Kundenorientierung, verschwundensarme Entwicklung, sinkendes finanzielles Risiko und kürzere Markteinführungszeit.

Eric Ries hat diese Denkweise in «The Lean Startup» und ihre praktische Anwendung in «The Startup Way» konkret und praxisnah beschrieben [1][2].

Problemstellungen, Theorie und Praxis konkret und greifbar im Whitepaper erklärt

- Was sind Minimum Viable Products (MVPs) und wie unterscheiden sie sich von Machbarkeitsprüfungen, Prototypen und dem Wasserfallmodell?
- Ideen, Strategien und Hypothesen statt Kundenumfragen und Pflichtenhefte
- Wie funktioniert iteratives Lernen und was ist Innovationsbuchhaltung?
- Sechs konkrete Problemstellungen aus der Praxis, für die MVPs eine Antwort bieten
- Wie lässt sich diese Denkweise sinnvoll und konkret in der eigenen Firma umsetzen?
- Effizienter Entwicklungsbeschleuniger für schnell veränderliche MVPs
- Vier MVPs aus dem Silicon Valley und vier konkrete Beispiele aus der eigenen Projektpraxis

1 Zusammenfassung und Fazit

► Unternehmerisches Denken in der Produktentwicklung

Der vorliegende Beitrag konzentriert sich auf einen unternehmerischen Weg der Produktentwicklung. Er basiert auf schnellem, iterativem und validiertem Lernen mit Minimum Viable Products (MVPs) im Build-Measure-Learn-Zyklus (Siehe Grafik auf der vorigen Seite). Diese Denkweise und die dazugehörigen Methoden eignen sich vor allem für KMU und Konzernabteilungen, die vor zwei Herausforderungen stehen:

- 1) Der traditionelle Ansatz mit Wasserfall stösst bei Neuprojekten zunehmend an seine Grenzen.
- 2) Das Dilemma besteht, sich mit disruptiver Innovation neu erfinden zu wollen, und sich gleichzeitig mit lohnenden, substantiellen Kerngeschäften treu zu bleiben.

► Problemstellungen, Theorie und Praxis - konkret und greifbar erklärt

Die ersten Kapitel beschreiben das Konzept, die Prinzipien und die Methoden von MVPs. Das Thema lässt sich einordnen und mit den traditionellen Vorgehensweisen vergleichen. Es folgen sechs konkrete Problemstellungen aus dem Praxisalltag, für die MVPs eine Antwort bietet. Dann geht es an die Umsetzung der Denkweise im eigenen Unternehmen. Darüber hinaus werden Ideen für moderne Teamorganisation und Unternehmenstransformation vermittelt. Zuletzt taucht das Whitepaper mit acht verschiedenen MVPs hautnah in die Praxis ein. Wie große Erfolgsgeschichten mit etwas ganz Kleinem beginnen können, veranschaulichen zwei Geschäftsmodelle aus dem Silicon Valley. Diesen folgen zwei berühmte Produkt-MVPs, aus denen später Game Changer geworden sind. Vier Beispiele aus dem Projektalltag von Schmid Elektronik runden das Whitepaper ab. Da geht es um den Einsatz von Embedded-Systemen und IoT-Dingen, die mit dem grafischen Entwicklungsbeschleuniger NI LabVIEW und dem Hard- und Softwarebaukasten ZBrain realisiert wurden. Ein Glossar auf den letzten Seiten dient als Begriffsreferenz.

► Die Denkweise und Methode achtsam ins eigene Unternehmen einpflegen

Schnelles, iteratives Lernen unterscheidet sich deutlich von der herkömmlichen Methode mit Wasserfallmodell und Pflichtenheft. Deshalb ließe es sich am besten schrittweise in der Firma einführen und erweitern:

- ① Einbetten der MVP-Denkweise in den bestehenden Produktentwicklungsprozess
- ② Gründen eines Innovationsteams mit agilen und adaptiven Fähigkeiten
- ③ Achtsame Transformation der Firma in eine zukunftsfähige Organisation

Jeder Schritt bietet zusätzliche Freiheitsgrade und kann zu einer widerstandsfähigen, dynamischen und kreativen Organisation führen. Das schafft die Voraussetzung für die Veränderungen, Herausforderungen und Chancen, die in der Zukunft auf uns warten. Auch spannt es den Spielraum für Game-Changer auf.

► Aus Fehlern lernen und mit dem Produkt wachsen

Nur wer scheitern kann, kann lernen. Wer lernen kann, ist in der Zukunft des Informations- und Wissenszeitalters beim Erschaffen von Innovation im klaren Vorteil. Wo wir Europäer zuerst loslassen sollten, ist unsere etwas negativ geprägte Einstellung zum Thema «Scheitern». Warum nicht Scheitern zum Teil unseres Erfolgs machen: Fail – Forward – Fast? Wir beginnen bei einem Produkt mit dem kleinstmöglichen Nutzen, treten damit zügig in den Dialog mit den Kunden, sammeln sein Feedback und nehmen gleichzeitig lebendige Einflüsse aus der Realität auf. Dann lernen wir daraus und passen das Produkt an. Damit wird die Frage beantwortet: soll das Produkt überhaupt entwickelt werden? Die Antwort darauf kommt dank validiertem Lernen mit MVPs im Handumdrehen von einer direkten, sehr relevanten Quelle: Unserem Kunden.

Inhalt

1	Zusammenfassung und Fazit	2
2	Was ist validiertes Lernen mit MVPs überhaupt?	4
2.1.	MVP: Begriff, Prinzipien und Zielgruppe	4
2.2.	Die Lean-Philosophie als DNA für das Lernen aus Feedback	5
2.3.	Vergleich zu Machbarkeitsprüfung und Prototyp	5
2.4.	Vergleich zum Produkt: weniger Funktionalität ist oft mehr	6
2.5.	Der Unterschied zwischen validiertem Lernen und traditionellem Wasserfall	6
2.6.	Ideen, Strategien und Hypothesen statt Kundenumfragen und Pflichtenhefte	7
2.7.	Der Build-Measure-Learn-Algorithmus	8
2.8.	Datenbasierte Entscheide dank Innovationsbuchhaltung	8
2.9.	Der Pivot als mächtiges Rezept des Silicon Valley	9
3	Konkrete Auslöser als Motivation für das Lernen mit MVPs	9
3.1.	Verschwendung durch fehlendes Unternehmertum in der Geräteherstellung	10
3.2.	Disruptive Technologie gefährdet das Geschäft	10
3.3.	Bewährtes und Neues gleichzeitig betreiben (Innovators Dilemma)	11
3.4.	Unsichere Startup-Situation	12
3.5.	Die Tücken komplexer Systeme	12
3.6.	Wenn komplizierte Großprojekte scheitern	12
4	Konkretes Umsetzen im KMU und Konzernabteilungen	14
4.1.	Einbetten in die bestehenden Produktentwicklungsprozesse	14
4.2.	Gründen agiler Innovationsteams	14
4.3.	Achtsame Transformation in eine zukunftsfähige Organisation	15
5	MVP-Beispiele aus der Praxis von Schmid Elektronik	17
5.1.	Zwei prominente Software-MVPs	17
5.2.	Zwei berühmte Hardware-MVPs	18
5.3.	Grafischer Entwicklungsbeschleuniger entfesselt Kreativität	19
5.4.	Bereits 8 Wochen nach Projektbeginn an der Startlinie	20
5.5.	Ein Dashboard unterstützt den Rennfahrer bei seiner Strategie	21
5.6.	Dank Erkennen der Start- und Ziellinie doppelt so viele Fahrzeuge im Rennen	22
6	Literaturverzeichnis	25
7	Autor	26
8	Firma Schmid Elektronik und ihr Bezug zum Thema	26
9	Glossar	27

2 Was ist validiertes Lernen mit MVPs überhaupt?

Ein MVP ist nicht nur eine Produktversion, sondern ein Teil einer Denkweise, die das Silicon Valley so blitzschnell und gleichzeitig präzise gemacht hat. Es geht im Kern um schnelles, iteratives Lernen mit einem Produkt, das nur aus den allernötigsten Funktionen besteht (Minimum) und bei einem realen Kunden in seiner Umgebung genutzt werden kann (Viable), um Feedback zu gewinnen und daraus zu lernen.

Wenn schon scheitern, dann schnell, kostensparend und lernend: Fail.Forward.Fast! Übersetzt heißt «Minimum Viable Product» so viel wie ein minimal funktions- und lebensfähiges Produkt. Dabei geht es nicht um seine kleinstmögliche, billigste Ausführung. Es geht darum, dass die Mindestanforderungen erfüllt sind, die Zielgruppe so einen direkten Nutzen erhält, sie das MVP aufregend findet und dann mit dem Hersteller diskutiert, was besser gemacht werden könnte.

2.1. MVP: Begriff, Prinzipien und Zielgruppe

Entscheidend in der MVP-Definition sind drei Worte:

- «**M**» steht für Minimum (Herstellersicht): so wenige Funktionen wie möglich, so viele wie nötig. Das Ziel ist, den Aufwand für die Realisierung so gering wie möglich zu halten.
- «**V**» steht für Viable (Kundensicht): also funktionsfähig, brauchbar, nützlich, lebensfähig. Funktionsfähig heißt, dass der Nutzen der erdachten Lösung dem potentiellen Benutzer klar wird. Paradoxerweise kann das heißen, dass beim Minimum Viable Product fast alle Funktionen weggelassen werden können.
- «**P**» steht für Product. Hier sind die eigenen Ansprüche herunterzuschrauben, damit man eine Idee so schnell wie möglich testen kann. Denn oft ist eine gute Idee eben nur eine gute Idee, aber noch lange kein gutes Produkt.

Vier MVP-Prinzipien:

1. Geschwindigkeit statt Perfektion: es geht weniger darum, perfekte Produkte zu entwickeln, sondern neue Ideen schnell umzusetzen und zu testen.
2. Fokus statt Rundumschlag: gerade in der Testphase ist es essentiell, sich auf das richtige Merkmal zu konzentrieren und dessen Erfolg zu messen.
3. Nutzen statt Funktionsvielfalt: es geht nicht um möglichst viele Eigenschaften, sondern dem Nutzer konkreten Mehrwert zu bieten.
4. Ersparnis statt Umsatz: der Erfolg des Produkts wird nicht nur am Umsatz, sondern auch an den Kosteneinsparungen gemessen.

Die Zielgruppe sind die «Early Adopter» (siehe Kapitel 3.3, Bild 5) als erste Nutzer des Produkts. Sie verfügen meistens über eine gute Bildung, sozialen Status, sind gut vernetzt und haben ein großes technisches Interesse. Es sind Menschen mit positiver Einstellung zu Veränderung und sie gehen auch mal Risiken ein. Early Adopter sind kreativ und experimentierfreudig. Sie schrecken vor komplexen Lösungen nicht zurück und fordern sie auch gerne ein. Sie nehmen anfängliche Fehler und Schwächen in Kauf, weil sie an die Idee des Herstellers glauben und sich damit identifizieren. Neben wertvollem Feedback geben sie auch Erfahrungen weiter. Genau aufgrund dieser aufgezählten Eigenschaften eignen sie sich als MVP Zielgruppe.

2.4. Vergleich zum Produkt: weniger Funktionalität ist oft mehr

Zum Veranschaulichen des Unterschieds zwischen einem MVP und einem fertigen Produkt dienen uns zwei Schweizer Taschenmesser, die unterschiedlicher nicht sein könnten (Bild 1, rechts).

- Das **Sammlermesser** (Collectors Knife) bietet tatsächlich 87 (!) Werkzeuge für jede erdenkliche Lebenslage. Aber ist es wirklich alltagstauglich und mit seinem stolzen Preis von 1500 Euro erschwinglich? Steht es nicht auch ein wenig für die «Featuritis» und Perfektion, denen wir Europäer etwas verfallen sind? Ein Projektteam zieht sich für Monate oder sogar Jahre zurück und entwickelt im Geheimen und in aufwändigen Prozessen ein vermeintlich perfektes Produkt. Es soll alle möglichen Bedürfnisse der potentiellen Kunden befriedigen und alles auf einmal bieten. Ein geflügeltes Wort aus dem Silicon Valley widerspricht: «Done is better than perfect».
- Dem gegenüber offenbart sich das **Barkeepermesser** als einfaches, aber nützliches Hilfsmittel. Es hat nur gerade drei Funktionen: ein Messer, einen Flaschenöffner und einen Korkenzieher. Das ist alles, was ein Barkeeper für seine tägliche Arbeit braucht. Es kostet 15 Euro und wurde weltweit millionenmal verkauft. Dieses auf die tatsächlichen Bedürfnisse der Zielgruppe entwickelte Produkt kommt wohltuend anders rüber als ein teures Luxusprodukt, welches mit jeglichem Schnickschnack ausgerüstet die Kunden vielleicht sogar überfordert.

2.5. Der Unterschied zwischen validiertem Lernen und traditionellem Wasserfall

Wagen wir ein Gedankenexperiment und vergleichen validiertes Lernen mit MVPs anhand eines Beispiels aus der Mobilität mit der traditionellen Wasserfallmethode:

- Im Wasserfallmodell erstellen wir Lasten- und Pflichtenhefte, etwa für ein Auto (Bild 2 oben). Stark vereinfacht ausgedrückt, werden nun das Rad, das Fahrgestell, das Chassis mit Motor und die Karosserie entwickelt und hergestellt. Benutzbar wird das Produkt erst ganz am Schluss. Ob es die Gunst des Marktes trifft, werden die Verkaufszahlen nach der Markteinführung zeigen.
- Im Gegensatz dazu präsentieren wir beim MVP-Ansatz einer bestimmten Zielgruppe schon frühzeitig ein einfaches, aber funktionierendes Skateboard ❶ und bitten eine Woche später um Feedback (Bild 2 unten). «Ich komme nun schneller von A nach B als zu Fuss. Schön! Nur das Steuern ist etwas trickreich». Wir lernen aus dem Feedback und das nächste MVP kommt als Scooter mit einklappbarem Lenker daher ❷. Die Antwort folgt prompt: «Steuern geht nun einfach. Der Scooter ist leicht und kompakt, ich habe ihn kürzlich im Rucksack an eine Messe mitgenommen und die Füße taten mir abends nicht mehr weh. Trotzdem wird das Anstossen mit der Zeit ermüdend.» Die Antwort nach dem nächsten MVP, einem E-Scooter ❸: «Sehr komfortabel, ich kann damit viele meiner Bedürfnisse abdecken. Wenn ich auf den Fahrten nur ab und zu sitzen könnte...». Es folgt eine Art E-Gokart ❹. «Wunderbar. Ich war mir nie bewusst, dass ich die Bewegung an der frischen Luft so schätzen würde. Das Nonplusultra wären jetzt noch Flügel...» ❺.

An dieser Stelle schliessen wir unser Gedankenexperiment ab. Der Anwender erfuh von Beginn an einen dank Lernzyklen zunehmend gesteigerten Kundennutzen. Das Ergebnis wäre nie in dieser Form entstanden, hätten wir uns das Produkt im stillen Kämmerlein ausgedacht und nach der Wasserfallmethode gebaut.

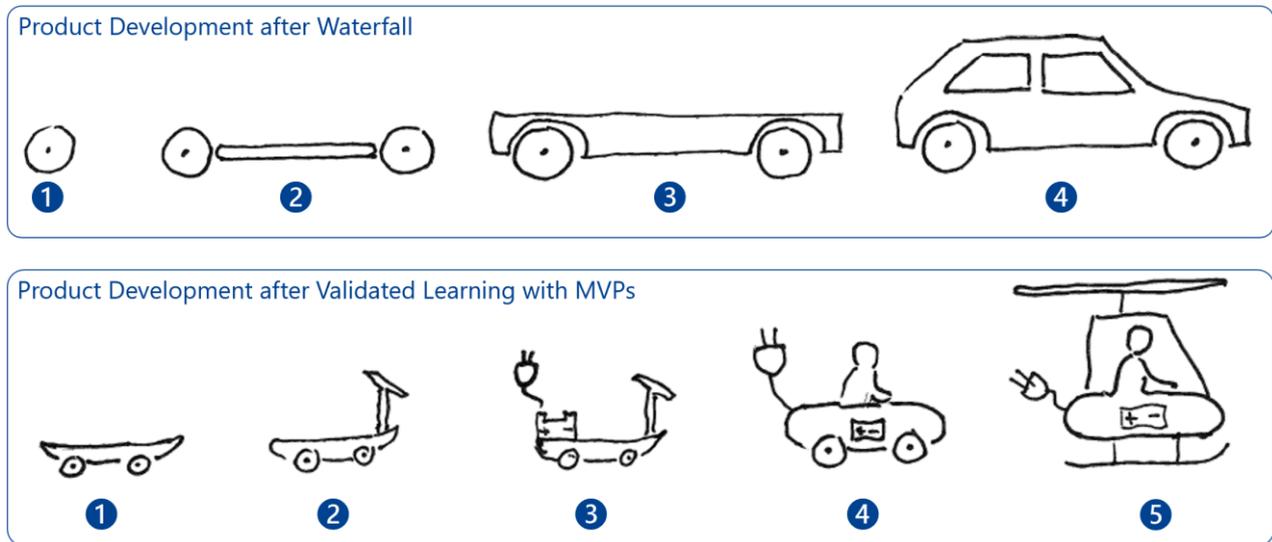


Bild 2 | Bei der Wasserfallmethode (oben) wird das Produkt erst nach langer Entwicklungszeit benutzbar. Bei validiertem Lernen mit MVPs hingegen (unten) wird von Beginn an Kundennutzen generiert und jede neue Iteration und Lernen bringt einen Mehrwert.

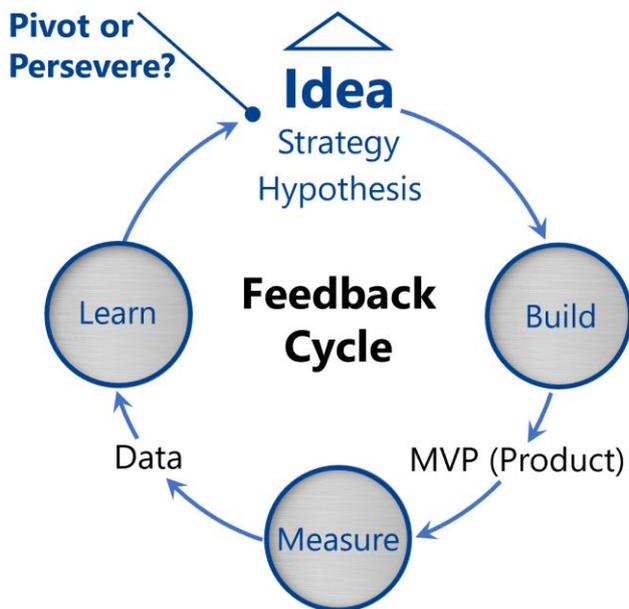
2.6. Ideen, Strategien und Hypothesen statt Kundenumfragen und Pflichtenhefte

Nun geht es an die MVP-Abläufe. Zuerst ist ein sensibles Thema aus dem Weg zu schaffen, das sich bei KMU und Konzernen etabliert hat. Clayton Christensen nennt es das «Innovators Dilemma»: «This is one of the innovator's dilemmas: blindly following the maxim that good managers should keep close to their customers can sometimes be a fatal mistake» [3]. Bewusst sollte der Kunde auch nach Henry Ford nicht befragt werden, was er will. Das Bedürfnis seiner Kunden war es damals, schneller zu sein. Es galt aber nicht, ihre vorgeschlagene Lösung umzusetzen (schnellere Pferde), sondern das Bedürfnis mit eigener Expertise zu erfüllen, damals mittels «mechanischer» und heute mittels «datenbasierter» Pferde. Zielführender als Kundenumfragen sind demnach gezielte Experimente mit einem realen Qualitäts-MVP. Dieses ermöglicht es, das wirkliche Bedürfnis und Verhalten der Kunden zu beobachten, daraus zu lernen, das Produkt iterativ zu verbessern und mit ihm zu wachsen. Viel entscheidender als der traditionelle Dialog zwischen Kunde «Ich möchte das!» und Hersteller «Ich baue dir das!», sind Antworten auf vier Fragen:

- Haben die Kunden wirklich das Problem, von dem wir glauben, dass sie es haben?
- Wie gehen sie heute an das Problem heran? Was sind ihre Pains & Gains?
- Wäre unser Konzept für sie die bessere Alternative? Falls ja, warum?
- Würden sie es von uns kaufen, wenn wir die Lösung hätten? Gibt es Beweise dazu?

2.7. Der Build-Measure-Learn-Algorithmus

Jedes neue Unternehmen - ob Produktentwicklung oder sogar Firmengründung - beginnt mit einer Idee. Um diese zu realisieren, wird eine Strategie formuliert, gefolgt von Hypothesen, welche die Strategie stützen. Diese Hypothesen schreien förmlich nach Testen und damit kommt das MVP ins Spiel. Ausgehend von einer Hypothese wird ein lebensfähiges, qualitativ gutes Produkt (MVP) entwickelt und hergestellt (Build). Es verfügt nur über diejenigen Funktionen, die genau die Daten liefern (Measure), welche die Hypothesen bestätigen oder widerlegen sollen, was wiederum zu neuen Erkenntnissen (Learn) führen kann (Bild 3).



```
● Create_Idea(&idea); // Think Big: formulate idea
● Align_Strategy(idea,&strategy); // Start Small: align strategy
● Formulate_Hypothesis(strategy,&hypothesis); // create hypothesis that // supports the strategy

while(experiment) // Experiment with Feedback-Loop
{
    ● Build(hypothesis,impact,&MVP); // Build Minimum Viable Product
    ● Measure(MVP,&data); // Feedback from early adopters
    ● Learn(data,&impact) // Validated learning & Accounting

    if(scheduled()) // Persevere/Pivot-Review
    {
        if (Pivot_Required(impact))
        {
            // Stop, let us pivot and change strategy!
            fail=true;
            experiment=false;
        }
        else
        {
            // persevere and learn more!
        }
    }
    else
    {
        if (Customer_Delighted(impact))
        {
            experiment=false; // we succeeded and stop now
        }
    }
} // while experiment

if(fail)
{
    Pivot(idea,hypothesis,MVP,data,impact,&strategy);
}
else
{
    Scale_Fast(idea,strategy,hypothesis,MVP,data,impact);
}
```

Bild 3 | Der Algorithmus von validiertem Lernen (Pseudocode: rechts) besteht aus einem Feedbackzyklus, den ein MVP durchläuft und was Daten und Informationen liefert, welche die Strategie und Hypothesen stützen oder widerlegen.

2.8. Datenbasierte Entscheide dank Innovationsbuchhaltung

Nach jedem Durchlauf des Build-Measure-Learn-Zyklus wird die «Innovationsbuchhaltung» nachgeführt (Bild 4). Auf der Basis messbarer Kennzahlen wird in fixen Zeitabständen von 4-6 Wochen ein akribischer «Abschluss» gemacht und drei Kernfragen beantwortet:

1. Was haben wir gelernt?
2. Wie lässt sich das konkret belegen?
3. Welche Beweise gibt es, dass uns die aktuelle Strategie dem Ziel näher bringt?

Die auf Fakten basierenden Antworten auf diese drei Fragen stützen oder widerlegen die Hypothesen und die Strategie. Falls sie sie stützen, wird das MVP optimiert und der Zyklus erneut durchlaufen. Im Jargon heisst dies «Persevere», also Durchhalten. Das nächste MVP wird damit das bessere Produkt werden als sein Vorgänger und soll den Kunden mindestens zufriedenstellen oder noch besser: beflügeln.

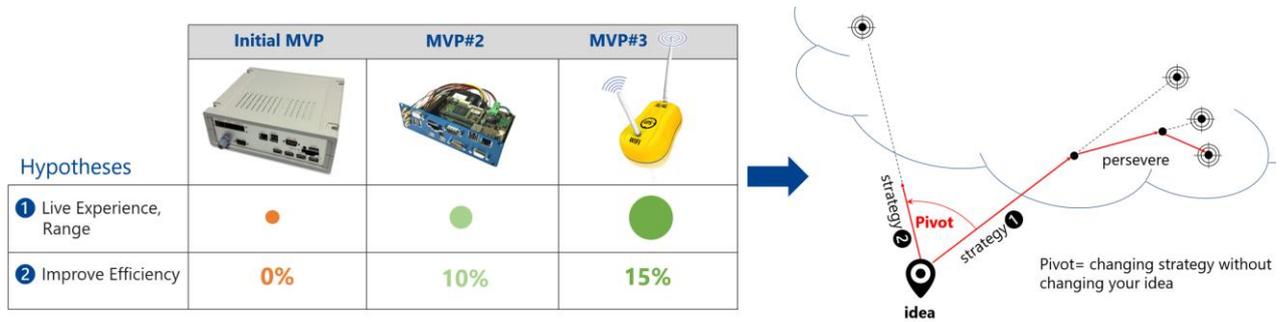


Bild 4 | Die Innovationsbuchhaltung der gewonnenen Daten und Informationen des Beispiels aus Kapitel 3.5 und 5.4 belegt den Impact von Hypothesen und Strategie (links) und kann zu einem Pivot führen (rechts)

2.9. Der Pivot als mächtiges Rezept des Silicon Valley

Erweisen sich die Hypothesen und letztendlich die Strategie als grundlegend falsch, kommt der «Pivot», ein gezieltes Umschwenken, ins Spiel. Beim Pivot wird die Strategie geändert, ohne jedoch die Idee anzutasten (Bild 4, rechts). Ein Pivot ist zwar einschneidend und kann stressen, ist aber beim validierten Lernen unvermeidlich: Wenn du nicht scheitern kannst, kannst du nicht lernen. Beim Telemetriebeispiel aus Kapitel 5.4 entwickelten sich in der Innovationsbuchhaltung (Bild 4) die Kennzahlen positiv, was heisst: weitermachen. Im anderen Fall wäre die Alternative der Pivot, also eine Strategieänderung bei gleicher Idee. Falls die Zeit knapp und eine frühe Markteinführung unverhandelbar ist, geht es mit mehreren MVPs gleichzeitig auf die Reise, jedes mit eigenen Hypothesen und Budget. Die Innovationsbuchhaltung und die Abschlüsse zeigen dann, welche MVPs lebensfähiger als andere sind und nach dem Prinzip «Survival of the fittest» weiter finanziert werden. Ein Beispiel dazu findet sich im Kapitel 5.6.

3 Konkrete Auslöser als Motivation für das Lernen mit MVPs

Ob Verschwendung, disruptive Technologie, Bewährtes und Neues gleichzeitig, eine Startup-Situation, komplexe Systeme oder das ganz große Scheitern. Es gibt sie im Projektalltag, diese Pain-Points und Problemstellungen als Auslöser für validiertes Lernen (Tabelle 1). Es folgen sechs Beispiele aus der Praxis und der Leser dürfte sich in dem einen oder anderen wiederfinden.

1	Verschwendung	Wir machen unsere Arbeit zwar richtig, entwickeln jedoch am Kunden vorbei und verschwenden damit Ressourcen, Kreativität und Herzblut
2	Disruptive Technologie	Unser Markt wird auf den Kopf gestellt, man greift uns mit disruptiver Technologie oder neuen Geschäftsmodellen an und zieht uns den Boden unter den Füßen weg
3	Bewährtes und Neues gleichzeitig	Wir suchen die Balance zwischen bestehenden und neuen Kunden und bedienen gleichzeitig bewährte und innovative Märkte. Auch bekannt als «Innovators Dilemma»
4	Startup-Situation	Wir sind der Unsicherheit veränderter Markt- und Kundenbedürfnisse ausgesetzt und müssen sorgfältig mit spärlichen Ressourcen haushalten. Gilt auch für KMU in der Krise.
5	Komplexe Systeme	Wir wagen innovative Produkte, welche die Menschen, Technik und Umgebung vernetzen und deren Verwendungen daher oft unberechenbar sind.
6	Scheitern von Projekten	Bei komplizierten Großprojekten hat vielleicht der Wasserfall versagt und wir kommen wegen Moving Targets zu spät auf den Markt.

Tabelle 1 | Sechs mögliche Auslöser als Motivation für iteratives Lernen mit MVPs

3.1. Verschwendung durch fehlendes Unternehmertum in der Geräteherstellung

Eric Ries' Reise führte ihn einmal zu einem Hersteller portabler Labormessgeräte. Diese Geräte werden über insgesamt 20 Leuchttaster und ein einfaches Display bedient. Fasziniert beobachtete er die sorgfältige Handwerkskunst, wie die offensichtlich teuren Taster über vieradrige Kabel mit der Steuerung verbunden wurden. Das dauerte bei 20 Tastern inklusive Kabelkonfektionierung, Handlöten und Überprüfen über eine Stunde pro Gerät. Auf seine Nachfrage, ob die Kunden wirklich jeden dieser 20 Taster nutzen, kam ein verwirrtes Kopfschütteln zurück. Niemand hatte sich diese Frage jemals zuvor gestellt! Es zeigte sich in der Tat, dass der durchschnittliche Kunde nur etwa 30% der Taster drückt. Was für eine Verschwendung an Wertschöpfung, und zwar jeden einzelnen Tag! Wer kümmert sich in einer Firma um so etwas?

- Der Mitarbeiter? Nein, er erledigt nach Stückliste und Arbeitsplan pflichtbewusst die Arbeit, die von ihm verlangt wird.
- Die Teamleiterin? Solange der Mitarbeiter die geforderte Qualität liefert und sich an die Termine hält, ist sie mit seiner Arbeit zufrieden.
- Der Leanspezialist? Ist das KANBAN-Board ausgeglichen und hält sich die Work-In-Progress-Spalte auf dem vereinbarten Niveau, gibt er grünes Licht.
- Die Produktmanagerin? Alles Ok, solange nach den Spezifikationen produziert wird.
- Der Einkäufer? Er konzentriert sich darauf, die Taster und das zugehörige Material zu guten Konditionen termingerecht einzukaufen.
- Der Vertrieb? Er möchte mit möglichst vielen Geräten seine Quartalsziele erreichen.
- Die Kundin? Sie hat sich über die Zeit an das Gerät gewöhnt. Wieviele Taster das Gerät bietet, interessiert sie nicht, solange sie mit ihm ihre Aufgabe erledigen kann.

Wer kümmert sich also darum? Offensichtlich niemand. Jeder macht zwar seine Sache richtig, aber trotzdem kommt es wegen des Siloeffekts nicht richtig heraus, denn jeder denkt und handelt in seinem eigenen Zuständigkeitsbereich. Um sich der Verschwendung bewusst zu werden, ist eine unternehmerische Denkweise gefragt. MitarbeiterInnen dieser Liga schauen über den Tellerrand hinaus, denken und handeln vernetzt und lassen eine derartige Verschwendung nicht zu. Eric Ries machte deshalb den interessanten Vorschlag, das Organigramm um «Unternehmertum» als neue, eigene Funktion zu ergänzen [2]. Wird mit dieser neuen Stelle der MVP Ansatz konsequent verfolgt, haben die zukünftigen Messgeräte genau so viele Taster, wie der Kunde benötigt.

3.2. Disruptive Technologie gefährdet das Geschäft

Disruptive Technologie oder ein neues Geschäftsmodell eines Konkurrenten kann einen Markt regelrecht auf den Kopf stellen und damit einer etablierten Firma den Boden unter den Füßen wegziehen. Beispiele solcher Disruptoren sind etwa Uber, Amazon und Airbnb. Warum nicht eine «Technologie-Kristallkugel» nutzen (z.B. Gartner Hype-Cycle, Bild 5 links, [4]), eine in den kommenden 2-3 Jahren entstehende neue Technologie identifizieren, ihren Impact auf die eigenen Kunden einschätzen und dann proaktiv an die Hausaufgaben herangehen? Die Beispiele «IOT» und «3D-Druck» im Bild 5 zeigen, wie frühzeitig diese zwei heute weit verbreiteten Technologien vorhergesehen worden sind. Dann etwa zur Halbzeit mit einem MVP auf die bestehenden Kunden zugehen und iterativ lernen, bis das Produkt die Kunden beflügelt. Anschließend diesen Trumpf ausspielen, noch bevor die Technologie allgegenwärtig wird und sich damit einen klaren Zeitvorteil verschaffen. Diese Strategie ist auch als «inverses Conwaymanöver» bekannt [7][9].

3.3. Bewährtes und Neues gleichzeitig betreiben (Innovators Dilemma)

Traditionelle KMU stehen vor der Herausforderung, Innovation betreiben zu wollen und gleichzeitig ihr stabiles und nachhaltiges Kerngeschäft zu sichern. Diese Situation ist auch bekannt als «Innovators Dilemma» [3]. Wenn wir über das Erschliessen neuer Märkte und alternative Geschäftsmodelle nachdenken, stoßen wir früher oder später auf das Diffusionsmodell von Everett Rogers (Bild 5, rechts). Es beschreibt den Lebenszyklus eines Produkts. In den einzelnen Phasen von der Markteinführung, bis es wieder vom Markt genommen wird, gibt es verschiedene Kundengruppen und Verbraucher, die aus unterschiedlichen Gründen kaufen.

Innovatoren etwa springen sofort auf Neues an. Dann folgen mit den Early Adopter die frühen Anwender. Diese zwei werden zu Influencern für die frühe Mehrheit, den Pragmatikern. Diesen folgt mit den Konservativen die späte Mehrheit, gefolgt von den Nachzüglern und Skeptikern. Die Pragmatiker und Konservativen tragen das wertvolle Kerngeschäft einer Firma.

Geoffrey Moore erweiterte das Diffusionsmodell im Bereich der Innovation um die «Schlucht des Todes» [5]. Vor dieser Schlucht geschieht disruptive Innovation und das Erschaffen neuer Märkte und Geschäftsmodelle. Zum Überwinden dieser Schlucht braucht es oft einen langen Atem. Danach wartet der Skalierungseffekt und es wird Geld verdient. Der soeben vorgestellte Hypecycle und das Diffusionsmodell lassen sich überlagern. Interessant wird es beim Überschwingen des Hypecycles und um die Schlucht herum: genau dort offenbart sich eine VUCA-Situation (VUCA = Volatile, Uncertain, Complex, Ambiguous). Hier lauern Risiken und Gefahren, doch es bieten sich auch Chancen und Möglichkeiten. Oder wie es Clayton Christensen, eine Ikone aus dem Silicon Valley, einst ausdrückte: «The methods that worked so extraordinarily well when applied to sustaining technologies, however, clearly failed badly when applied to markets or applications that did not yet exist» [3]. MVPs als Ergänzung zu bestehenden Entwicklungsprozessen sichern einerseits das Bewährte und ermöglichen gleichzeitig Innovation, selbst in einem kurzlebigen, unsicheren, komplexen und mehrdeutigen Umfeld.

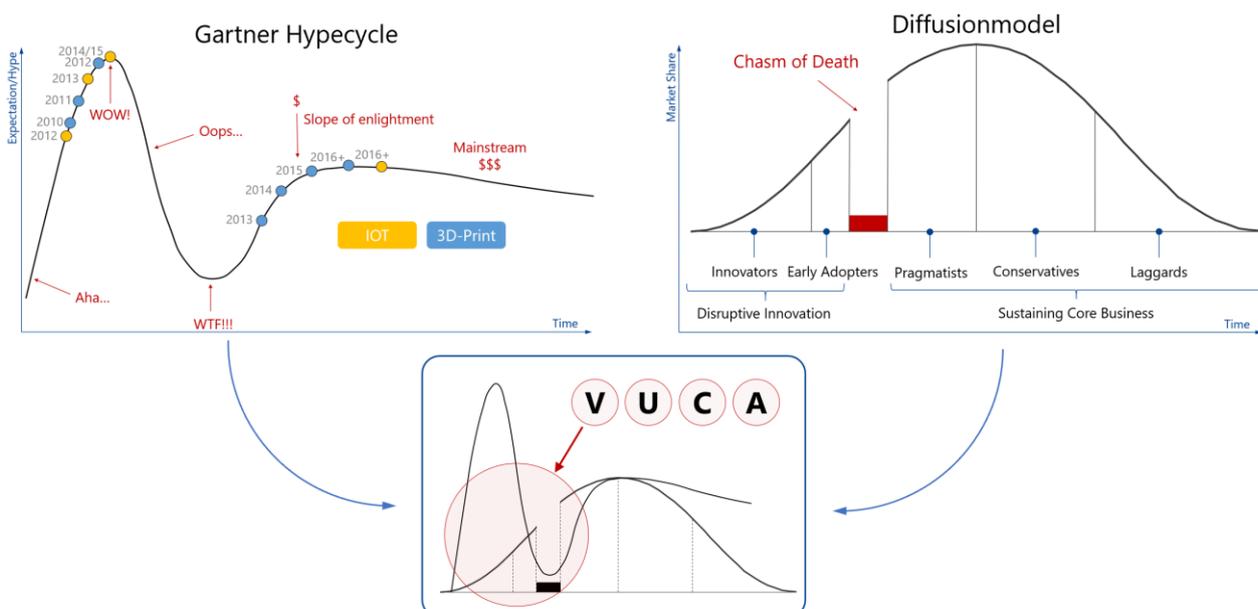


Bild 5 | Der Gartner Hypecycle (links) lässt sich mit dem Diffusionsmodell (rechts) überlagern, was zu den Chancen und Risiken einer VUCA-Situation führt (mitte, VUCA = Volatile, Uncertain, Complex, Ambiguous).

3.4. Unsichere Startup-Situation

In den Gewässern von VUCA tummeln sich häufig die Startups. Diese treiben disruptive Innovation voran und stellen mit neuen Geschäftsmodellen bestehende Märkte auf den Kopf. Startups agieren in Umgebungen, die von grosser Unsicherheit geprägt sind. Sie verfügen vorerst nur über eine kleine oder sogar noch keine Stammkundschaft und ihre Finanzierung wird demnach zur Herausforderung. Ihre Ressourcen sind also knapp und der Respekt, am Kunden vorbei zu entwickeln, ist verständlicherweise gross.

Daher wird Startups empfohlen, die Methode des validierten Lernens zu ihrem Vorteil zu nutzen. Ähnliches gilt heute zunehmend auch für traditionelle KMU und wohl auch für etablierte Konzernabteilungen. Wir stehen vor dem Wunsch unserer Kunden nach neuen Funktionen und immer kürzeren Markteintrittszeiten. Was also klingt erfolgsversprechender: lange warten bis zum vermeintlich perfekten Produkt oder Ideen dank vereinfachter Prozesse zeitsparend umsetzen, schnell an den Markt treten, aus Feedback lernen und flexibel auf neue Anforderungen reagieren?

3.5. Die Tücken komplexer Systeme

Man stelle sich ein vernetztes Produkt vor, welches Mensch und Technik verbindet und direkt von einer sich verändernden Umgebung abhängig ist. Das macht die Situation komplex und manchmal auch unberechenbar, weil nicht immer von vornherein klar ist, wie sich das System und die Menschen als Teil des Systems innerhalb der Verknüpfungen und Rückkopplungen verhalten werden. Dass wir bei derartigen Produktentwicklungen von Beginn an auf die richtige Lösung zusteuern, ist eher unwahrscheinlich. Stattdessen sollten die Entwicklungsprozesse und das Geschäftsmodell im Rahmen von Experimenten geschehen. Diese navigieren schrittweise durch die Unsicherheiten und führen iterativ zu einem stimmigen Ergebnis. Ein Scheitern wird dabei jederzeit akzeptiert, dann daraus gelernt und die richtigen Entscheidungen getroffen.

Ein passendes Beispiel dazu ist ein Telemetriesystem für das Ökorennen Shell Eco-marathon (Bild 10) [6]. Dank flexiblem Meßnetzwerk verbindet es sich mit dem Motorraum und dem Cockpit von Rennfahrzeugen, verbindet diese mit dem IoT und überträgt Daten live aus der Rennstrecke an einen Cloudserver und von dort zu Social Media. Näheres dazu siehe Kapitel 5.4.

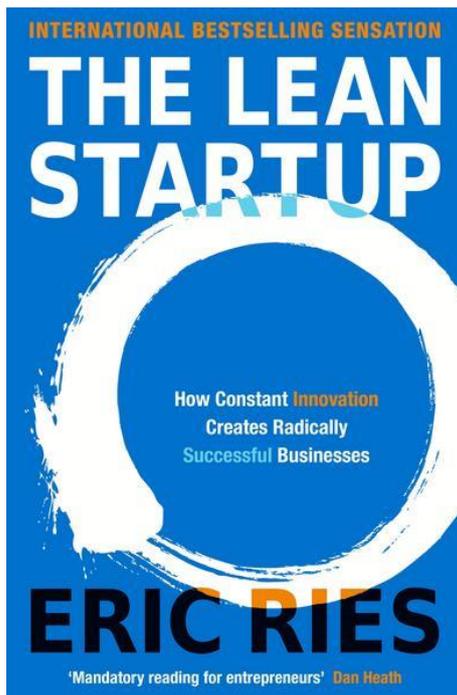
3.6. Wenn komplizierte Großprojekte scheitern

Es war an einem eiskalten Januartag. Ein Projektteam von Schmid Elektronik versammelte sich am runden Tisch und stellte sich den Fakten. Ein ursprünglich vielversprechendes Leuchtturmprojekt ist soeben gescheitert. Was war geschehen? Ein Jahr zuvor begannen wir als hochmotiviertes, interdisziplinäres Team mit der Entwicklung eines Embedded-Systems für ein mobiles Lasermessgerät, konzipiert für den rauen Baustelleneinsatz. Die Technik war vom Feinsten: eine moderne, stromsparende Hardwareplattform mit schlanker Linux-Distribution, eine serviceorientierte, skalierbare Embedded-Softwarearchitektur, ein Multitouch-Display mit webbasiertem User-Interface, IoT-Funktionen (4G, WIFI, GPS) und ein aus dem Vollen gefrästes Alugehäuse für den Outdooreinsatz mit 3D-gedruckten Komponenten.

Zu diesen positiven Zutaten gesellten sich im Projektverlauf unverhandelbare Messe- und ungeplante, kritische Demotermine. Darüber hinaus entstand mit Moving Targets eine zunehmende Kluft zwischen steigenden Kundenerwartungen und realistischem Termin und Budget. Das kann zu Meinungsverschiedenheiten führen und auch rechtliche Konsequenzen haben. Kurzum: in nur wenigen Wochen verloren wir die Möglichkeit für ein rentables, zukunftsorientiertes Geschäftsmodell für Zustandsüberwachung und vorbeugende Wartung von Infrastruktur. Wir fragten uns: Wie könnte es zukünftig gelingen, derart komplizierte Großprojekte auch mit agilen Kunden und sogar unter schwierigsten Bedingungen trotzdem erfolgreich durchzuziehen? Bisher hatte die klassische Wasserfallmethode doch gut funktioniert! Mit Hilfe eines Lean-Experten schlossen wir das Projekt in Würde ab und schworen uns, eine derartige Verschwendung von Ressourcen, Kreativität und Herzblut nie mehr zuzulassen.

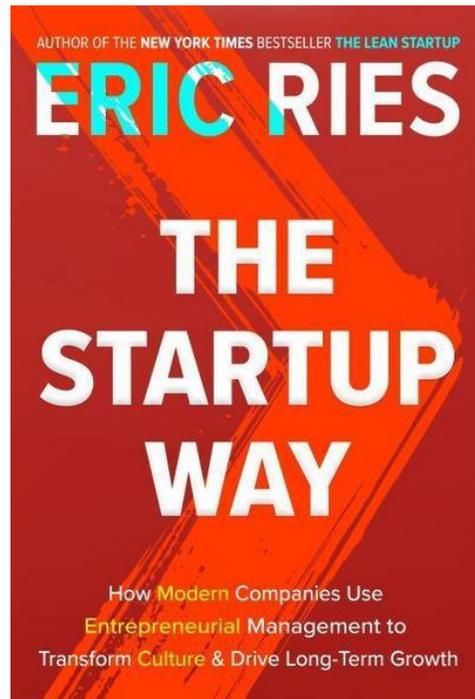
Das führte uns zum Rezept des Silicon Valley mit validiertem Lernen, Minimum Viable Products (MVPs) und dem Build-Measure-Learn-Experiment. Und daraus entstand letztendlich das hier vorliegende Whitepaper, um das auf die harte Tour erworbene Wissen mit Technologie-KMU zu teilen. Folgende zwei Werke sind empfehlenswert [1] [2]:

Einführung in den Prozess von Validiertem Lernen mit MVPs



Ein idealer Einstieg in das Thema, bei dem es Eric vor allem um eines geht: Aufhören mit sinnloser Verschwendung von Ressourcen, Kreativität und Herzblut in der Produktentwicklung.

Einführung in die unternehmerische Anwendung von validiertem Lernen



Dieses Werk geht einen Schritt weiter und demonstriert die Anwendung von validiertem Lernen in verschiedenen Bereichen. Eric beschreibt, wie sich eine traditionelle Firma zur modernen Firma mausern und nachhaltiges Wachstum generieren kann. Das Buch enthält viele nützliche Tabellen und Vorlagen für die eigene Arbeit.

4 Konkretes Umsetzen im KMU und Konzernabteilungen

Je nach der eigenen Situation, den Problemstellungen, den Auslösern, der Motivation, des Rückhalts aus der Führung und den individuellen Möglichkeiten bieten sich die drei eingangs erwähnten Umsetzungswege, welche in diesem Kapitel erläutert werden:

- 1 Einbetten der MVP-Denkweise in den bestehenden Produktentwicklungsprozess
- 2 Gründen eines Innovationsteams mit agilen und adaptiven Fähigkeiten
- 3 Achtsame Transformation der Firma in eine zukunftsfähige Organisation

4.1. Einbetten in die bestehenden Produktentwicklungsprozesse

Überzeugt vom Sinn und Nutzen der MVP-Denkweise und der vorliegenden Problemstellungen als Auslöser, bietet es sich an, zuerst einmal die Denkweise in den bestehenden Produktentwicklungsprozess einzubetten, ohne diesen zu verändern. Das ist mühelos und kostensparend und bringt das Bestehende und Neue in Einklang. So kann der MVP-Prozess etwa der Ideengewinnung, der Konzeptionierung und dem Design nachgeschaltet werden, gefolgt von agilen Entwicklungsabläufen wie KANBAN (Bild 6). Da die bestehenden Prozesse belassen werden, ginge dies vorerst auch unter dem Radar des Managements. Eine solide Grundlage dazu bietet das Buch «The Lean Startup» von Eric Ries [1]. Diese Denkweise liesse sich auch auf andere Firmenbereiche ausweiten, bei denen es neue, verrückte Ideen gibt, die vor der Umsetzung validiert werden wollen, etwa im Marketing.

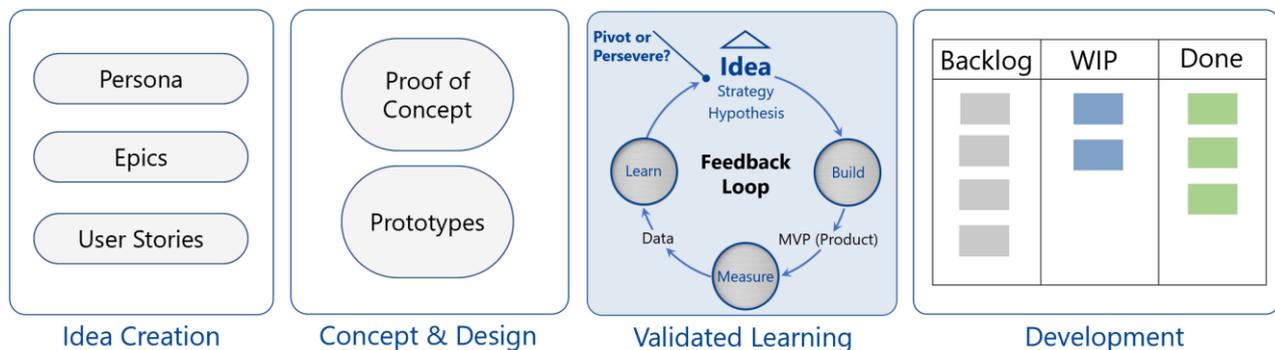


Bild 6 | Einbetten von validiertem Lernen mit MVP in bestehende Produktentwicklungsprozesse

4.2. Gründen agiler Innovationsteams

Wenn dank der MVP-Denkweise das Interesse an kontinuierlicher Innovation geweckt ist, warum nicht einmal einen neuen Blick auf die Teamorganisation werfen? In Konzernen und zunehmend auch in KMU ist das Gründen schlagkräftiger und unternehmerisch denkender und handelnder Innovationsteams keine Seltenheit mehr (Bild 7). Solche internen «Startups» verfügen über agile Fähigkeiten und ein adaptives Mindset, befeuert durch 1 mit validiertem Lernen mit MVP. Ihr Ziel ist es, aus den Traditionen und der Bürokratie auszubrechen zu können, um disruptive Innovation für ihre Firma auszuloten und zu erschaffen. Als Literatur ist Eric Ries' «The Startup Way» [2] zu empfehlen.

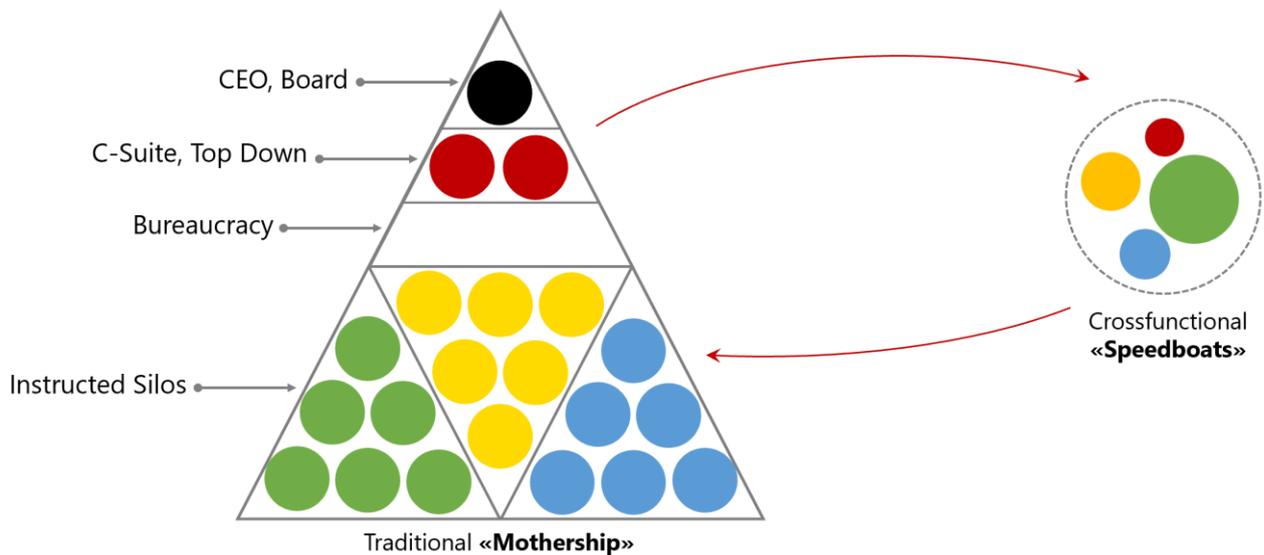


Bild 7 | Gründen von agilen, funktionsübergreifenden Innovationsteams, die losgelöst von hierarchischen und starren Strukturen operieren können und Merkmale eines Startups zeigen.

4.3. Achtsame Transformation in eine zukunftsfähige Organisation

Angenommen, die MVP-Denkweise ① und die agilen Innovationsteams ② haben in der Tat Mehrwert in die Firma gebracht, den Kundennutzen vergrößert und den Wunsch nach einer firmenweiten, positiven Veränderung ausgelöst. Dann bietet sich als nächster Schritt eine achtsame Transformation an mit dem Ziel zukunftsfähiger Produkte und Services. Die wichtigsten drei Pfeiler dazu sind:

1. **Stabil • Agil • Adaptiv:** Aufbauend auf dem Konzept des Innovationsteams aus dem Vorkapitel werden alle drei Dimensionen als «3D-Teamwork» genutzt (Bild 8, links). Zwei der drei Achsen - Stabilität und Agilität - sind schon seit langem bekannt. Die bisher eher unbemerkte dritte Achse, das adaptive Mindset und dass der Mensch an erster Stelle steht, ist der wirkliche Schlüssel und bringt die Vorteile der anderen zwei Achsen so richtig zur Entfaltung. Der «Heilige Gral» befindet sich demnach in jenem Quadranten, den die Kugel einnimmt (Bild 8). Hier lässt sich das Bewährte respektieren und gleichzeitig die Zukunft neu erfinden.

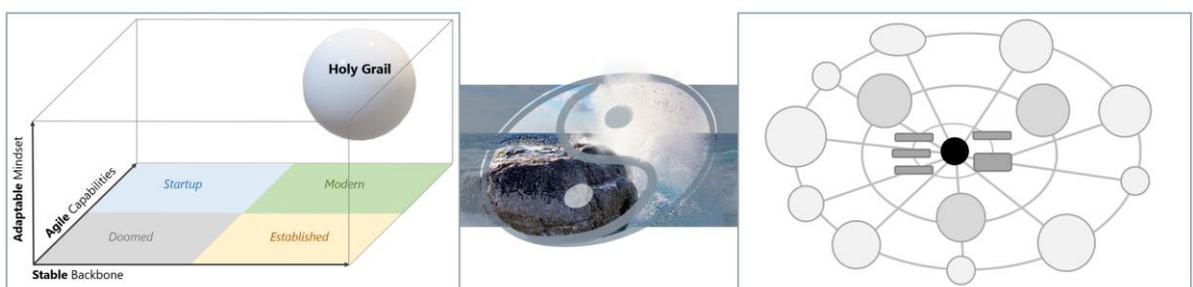


Bild 8 | 3D-Teamwork: mit stabilem Rückgrat, agilen Fähigkeiten und adaptivem Mindset (links) entwickelt sich eine Firma in einen selbstorganisierten, robusten Organismus mit blitzschnellem Nervensystem (rechts). Sie kann Bewährtes und Neues in Einklang bringen, für kontinuierliche Innovation sorgen und sich jederzeit dem Umfeld anpassen. Die Kugel schwebt im «heiligen Gral».

2. **Transparente Information & effektive Kommunikation:** Nach dem Gesetz von Conway entsteht eine natürliche Balance zwischen Mitarbeitern, Kommunikation und Organisation einerseits und ihren Produkten, Architekturen und Systemen andererseits [7]. Das Design der eigenen Organisation ist demnach wichtiger als das Design der eigenen Produkte. Transparente Information, effektive Kommunikation und regelmässiges Feedback werden daher zum Dreh- und Angelpunkt für zukunftsorientierte Produkte und Services.
3. **Dezentrale, schnelle Entscheidungswege:** in der dynamischen VUCA-Welt kommt der Geschwindigkeit von Entscheidungen eine immer größere Bedeutung zu. Einige Probleme sind dringend und infolge flink zu lösen, die anderen sind wichtig und brauchen Augenmaß. Eine Firmenorganisation als gekoppeltes System muss demnach unterschiedliche Geschwindigkeiten fahren können. Auch sollen die Entscheidungen dort getroffen werden, wo Kompetenz zusammenkommt.

Diese drei starken Pfeiler machen eine Firma widerstandsfähig, dynamisch und kreativ und bereit für die Veränderungen und Herausforderungen, die in der Zukunft auf sie warten und zur Chance werden können. Daraus kann sich letztendlich nicht nur kontinuierliche Innovation, sondern sogar nachhaltige Transformation entfalten und so einen Spielraum für Game-Changer aufspannen.

Als Literatur wird der Erfahrungsbericht «Dynamische Technologie-KMU: Dank Know-how aus dem Rennsport die Nase vorn» [8] und das Whitepaper «Im Technologie-KMU der Zukunft stehen Menschen an erster Stelle!» [9] empfohlen. Beide sind beim Autor kostenlos erhältlich.

Erfahrungsbericht [8]

Dank Know-how aus dem Rennsport die Nase vorn



Dieser Erfahrungsbericht aus der Praxis eines industriellen Mittelständlers beschreibt seinen mehrjährigen Veränderungsprozess direkt aus der Perspektive der Rennstrecke. Zuletzt warten drei Erkenntnisse, die zur Veränderung anspornen.

Whitepaper [9]

Im Technologie-KMU der Zukunft stehen Menschen an erster Stelle!



Wollen wir im IoT- und KI-Markt in der VUCA-Welt mit neuen Geschäftsmodellen die Nase vorn haben, ist das Design unserer Organisation so relevant wie das Design unserer Produkte! Über Widerstandsfähigkeit, Kreativität und neue Dynamik im Team.

5 MVP-Beispiele aus der Praxis von Schmid Elektronik

Die folgenden acht Beispiele zeigen iteratives, validiertes Lernen mit MVPs (Bild 9) in der Praxis. Prominente Beispiele von Tech-Giganten aus dem Silicon Valley veranschaulichen das Prinzip mit je zwei Software- und zwei Hardware-MVPs. Vier weitere stammen direkt aus Schmid Elektroniks Entwicklungsalltag. Eines davon ist abgeschlossen, die anderen drei sind topaktuell. Auch wenn sie aus dem gleichen Kontext eines Ökorennens stammen, handelt es sich doch um verschiedene Anwendungsfälle, die sich mit eigenen Problemstellungen vergleichen lassen. Sie wurden alle mit dem grafischen Entwicklungsbeschleuniger NI LabVIEW und dem ZBrain-Baukasten realisiert [10][11][12]. Gründe, warum sich speziell diese Methode für MVPs eignet, werden im Kapitel 5.3 erläutert.

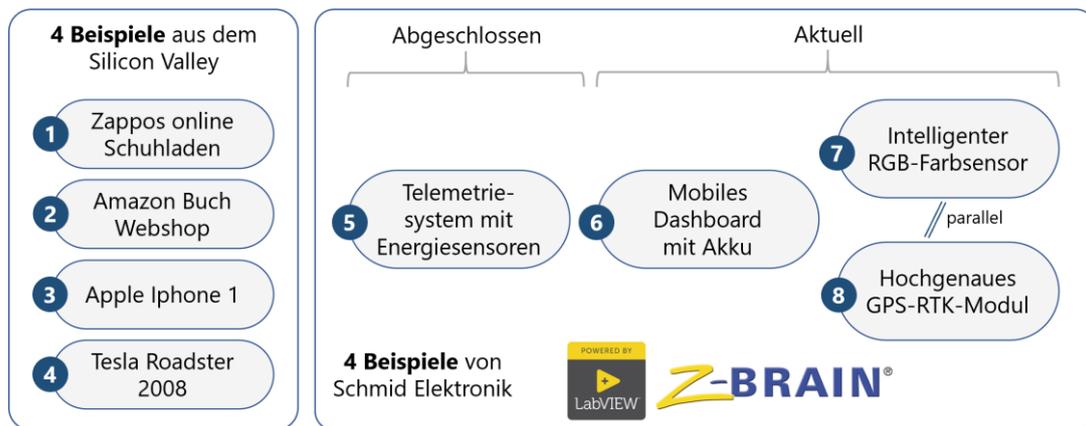


Bild 9 | Vier prominente MVP-Beispiele aus dem Silicon Valley und vier aus Schmid Elektroniks Projektpraxis

5.1. Zwei prominente Software-MVPs

<p>1 Zappos online Schuhladen</p>	<p>Der Gründer von Zappos verfolgte eine Idee für einen Onlineshop. Um die Idee so schnell wie möglich zu validieren, suchte er Schuhläden in seiner Nähe auf, fotografierte dort einige Paare und lud diese Bilder auf einen minimalistisch gestalteten Webshop hoch. Sobald jemand Schuhe bestellte, ging er zurück ins Geschäft, kaufte die Schuhe und verschickte sie. Und zwar solange, bis er sicher war: das funktioniert. Heute ist er um 1,2 Milliarden Dollar reicher, weil ihm Amazon die Plattform abkaufte.</p>
<p>2 Amazons Buch- Webshop</p>	<p>Wahrscheinlich erkannte sich der Amazon-Gründer Jeff Bezos in Zappos Strategie wieder. Denn tatsächlich startete er mit demselben Prinzip. Klar hatte der Gründer den Traum von einem riesigen Online-Marktplatz, der alles übertrumpft. Trotzdem begann er mit einem MVP – einem einfachen Webshop, in dem er Bücher vertrieb. Auf teure Anschaffungen oder ein riesiges Lager konnte er dabei verzichten, denn wer ein Buch kaufte, bestellte es geradewegs bei dem dahinterstehenden Händler. Dass dieses Konzept bald Früchte trug und zu einem Imperium heranwuchs, wissen wir alle.</p>

5.2. Zwei berühmte Hardware-MVPs

3 Apple iPhone 1



Validiertes Lernen mit MVP birgt das Potential, Game-Changer zu erschaffen, wie zum Beispiel das im Jahr 2007 von Steve Jobs vorgestellte Apple iPhone 1. Getreu nach Apples Vision und Mission wurde damals einem verblüfften Publikum das MVP eines Gerätes vorgestellt, das betreffend Bedienphilosophie eine Wende bei den Smartphones auslösen sollte. Aus heutiger Sicht war die damalige Funktionalität beschämend einfach. Es ging Apple jedoch in erster Linie um die Hypothese, ob Benutzer mit einem Multifunktionsgerät und ohne Tastatur klarkommen. Ob sie das tun, ist Geschichte.

4 Tesla Roadster 2008



Ein zweites, bekanntes MVP ist der erste Roadster von Tesla aus dem Jahr 2008. Mit ihrer Vision und Mission bekennt sich die Firma Tesla zum Wechsel vom Verbrennungsmotor zu Elektromobilität und damit zu nachhaltiger Energie. Schaut man sich Teslas Masterplan etwas genauer an, ging es beim ersten Roadster vor allem um eines: Elektromobilität dank einem flinken Sportwagen so cool gestalten, dass sich genügend Early Adopter für die Marke finden lassen, die dann zu Influencern für die frühe Mehrheit im Massenmarkt werden. Tesla wählte als Basis eine Lotus Elise. Dann mussten sie «nur noch» den Antriebsstrang realisieren und in den Kofferraum eine 450kg schwere Lithium-Ionen-Batterie packen. Dieses Monster bestand aus 6'831 zusammenschalteten Notebook-Akkus, was zu einem Speicher von 56kWh Energie führte, der den Tesla Roadster schon damals immerhin 300 km weit trug. Ob verrückt oder nicht: der ziemlich kleine Elektroauto-Hersteller aus Kalifornien schaffte den Aufstieg in den S&P-500-Index und ist heute (März 21) mehr wert als Toyota.

5.3. Grafischer Entwicklungsbeschleuniger entfesselt Kreativität

Bei den schnellebigen MVPs helfen neue Methoden für die Embedded-Softwareentwicklung, etwa eine hohe Abstraktion, ohne den Bezug zu Hardware, Signalen und Echtzeit zu verlieren [10][11]. Genau das leistet LabVIEW. Als grafische, datenflussorientierte Programmiersprache arbeitet sie mit einfach verständlichen Blockschaltbildern und unterstützt so die Denkweise von Ingenieuren. Sie ist im Testumfeld mit elektronischen Signalen groß geworden und deshalb der analogen Welt sehr nah. Der Charme besteht darüber hinaus auch darin, dass sich im Entwicklungssystem verschiedene Programmiersprachen und -modelle einbinden und direkt auf Embedded-Hardware in Echtzeit ausführen lassen. LabVIEW entfaltet seine Wirkung dann am besten, wenn die Aufgabenstellung komplex, die Zeit knapp, die Entwicklungsbudgets straff und die Teams klein sind.

Schon die ersten Projekte vor zehn Jahren haben den Weg gezeigt: hohe Funktionalität in kurzer Zeit realisiert, schnelle Bootzeiten, skalierbarer Strombedarf, Mikro- und Nanosekunden-Echtzeit, industriellen 24/7-Betrieb und kompakte Formfaktoren. Darunter waren unter anderem:

- Ein Meßnetzwerk zur Überwachung von Gaspipelines 1000m unter dem Meerespiegel
- Ein Solarkraftwerk, das sich wie eine Sonnenblume verhält und dank Solarkonzentration elektrische und thermische Energie mit einem Wirkungsgrad von 80% erzeugt
- Autonome, sechsbeinige Roboter für lebensrettende Katastropheneinsätze.

Interessant war es, zu beobachten, wie diese Community anschliessend Jahr über Jahr gewachsen ist. Heute nutzen Startups genauso wie Familien-KMU und globale Player die grafische Programmierung von Embedded-Systemen in mehreren Branchen und Anwendungsfeldern. Von der Machbarkeitsprüfung über das Prototyping bis zum Seriengerät und Test. Wie sie nun für validiertes Lernen mit MVPs eingesetzt werden kann, zeigen die folgenden vier Beispiele.

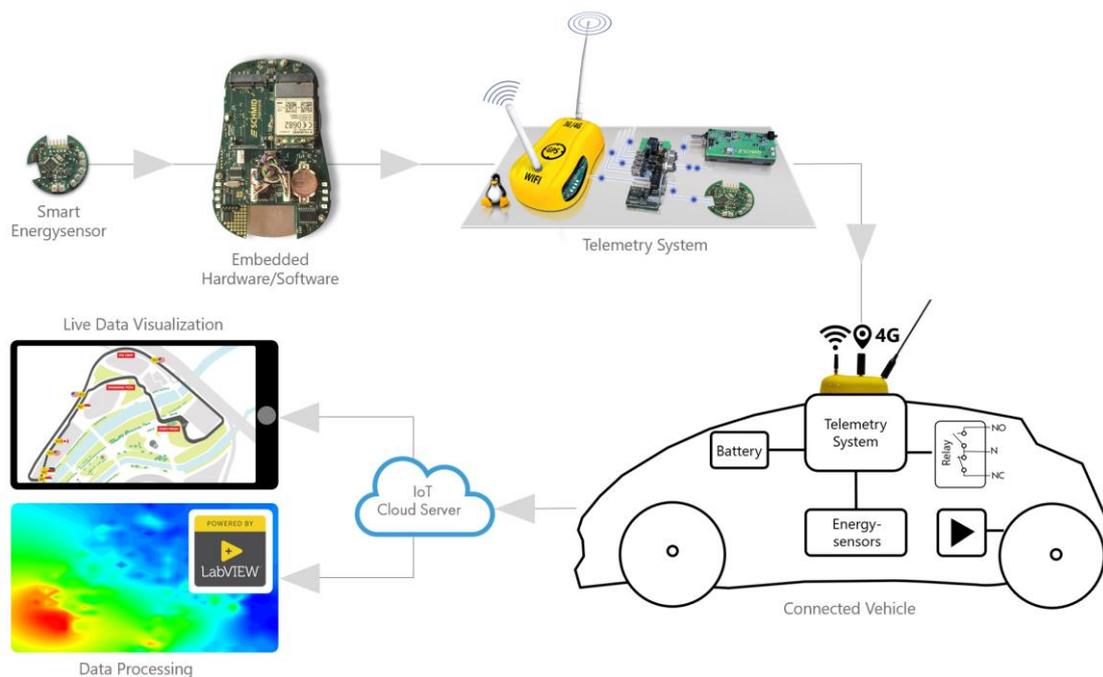


Bild 10 | Ein Telemetriesystem verbindet Rennfahrzeuge mit dem Internet, misst über smarte Sensoren in Echtzeit deren Energieverbrauch, erfasst ihre präzise GPS-Position und überträgt diese Daten zyklisch an das IoT. Von da gelangen sie als Live Karte auf die Smartphones der Zuschauer und ermöglichen den Rennteams dank Datenanalyse eine Verbesserung ihrer Rennstrategien.

5.4. Bereits 8 Wochen nach Projektbeginn an der Startlinie

Innerhalb eines traditionellen Ökorennens, dem Shell Eco-marathon [6], entwickelte sich eine Idee: Wert, Emotionen, Sichtbarkeit und Reichweite erhöhen, indem den Zuschauern neue Live-Erfahrungen geboten werden. Zur Umsetzung dieser Idee wurde eine Strategie formuliert: Mit einem Telemetriesystem die Rennstrecke digitalisieren und dank Daten die Voraussetzung für neue Showerfahrten schaffen (Bild 10).

Anschliessend dienten drei Hypothesen als unterstützende Pfeiler der Strategie:

1. Zuschauer lassen sich spürbar emotional aufladen und von den Sitzen reissen, wenn sie hautnah mitfiebern können, wie sich ein Rennen vor allem in der dramatischen Endphase entfaltet, etwa dank einer Uber-ähnlichen live Karte auf dem eigenen Smartphone.
2. Diese Live Erfahrung liesse sich dank Broadcasting auf Social Media ausbreiten und damit messbar zusätzliche Reichweite gewinnen.
3. Die schon jetzt respektable Energieeffizienz – die Besten schaffen es von London nach Rom und zurück mit nur 1 Liter Benzin – kann dank dem Gewinnen von Information und Wissen aus den vorliegenden Daten noch weiter optimiert werden.

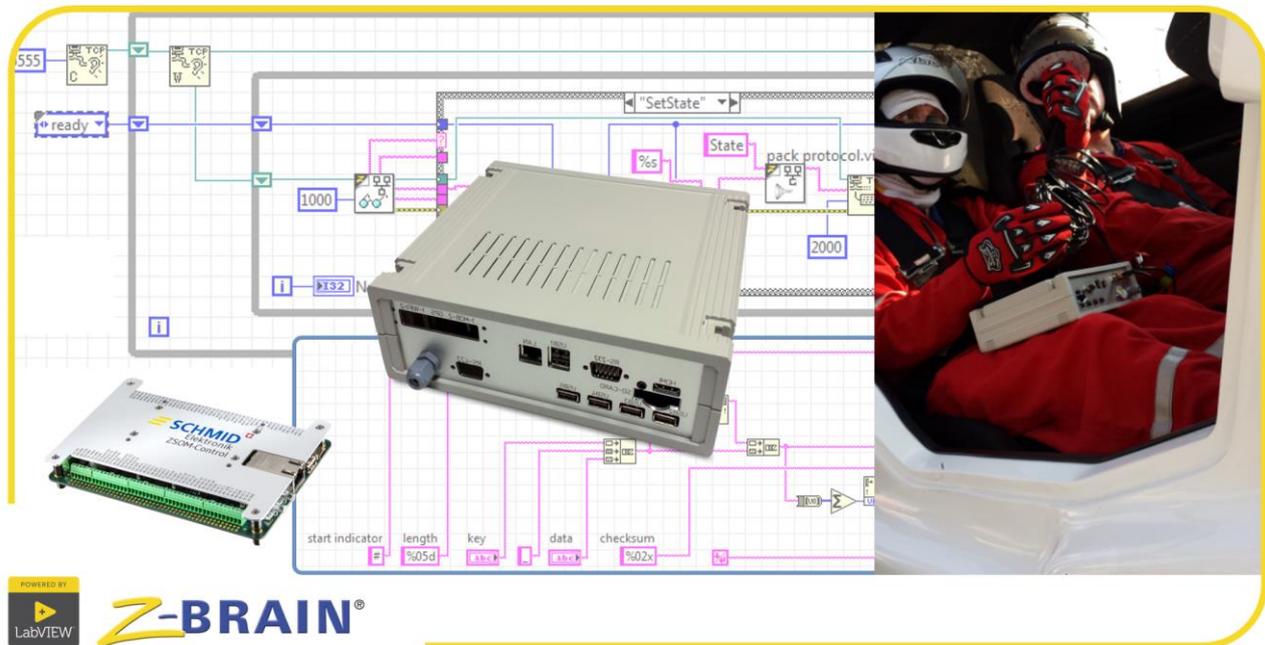


Bild 11 | Teamübergreifende Embedded-Software-Entwicklung dank grafisch programmierten Microservices auf der ZSOM-Control-Standardhardware (links). Anschliessend ein Überführen in ein MVP (Mitte), welches 8 Wochen nach Projektbeginn an die Startlinie ging (rechts).

Das Entwickeln des ersten MVP war vergleichbar mit einem Hackathon, denn die Terminvorgabe lautete: 8 Wochen! In Wochenfrist wurde für die Embedded-Software eine skalierbare Softwarearchitektur auf der Basis von grafisch programmierten Microservices geschaffen. Auf einer echtzeitfähigen Standardhardware, welche bei Schmid Elektronik ans Netz ging, wurde mit LabVIEW ein flexibles API (Application Programming Interface) implementiert (Bild 11) [12]. Ein internationales Softwareteam konnte nun parallel mit seinen individuellen Arbeitspaketen beginnen und über das universelle API direkt auf die Microservice-Prototypen zugreifen.

Dann ging es an die zügige Umsetzung des MVP. Hardwareseitig bedeutete dies eine Kombination eines ARM-basierten Off-The-Shelf-Moduls mit einem anwendungsspezifischen Baseboard, von Schmid Elektronik in nur 3 Wochen entwickelt und dank Elektronik-Prototyping und 3D-Druck im Handumdrehen hergestellt. Gleichzeitig wurden auf diesem Zielsystem basierend auf dem bestehenden API die Microservices in C/C++ auf Linux implementiert. Nach Abschluss dieses Embedded-Systems wurde der Prozess umgekehrt und die C/C++-Microservices mit NI LabVIEW, NI Teststand und einer PXI-Plattform über das gleiche API rigoros getestet. Dank diesem Entwicklungsbeschleuniger und der Testplattform ging das MVP 8 Wochen später in Malaysia erfolgreich an die Startlinie. Die Hypothesen wurden bestätigt und die Strategie weiterverfolgt.

5.5. Ein Dashboard unterstützt den Rennfahrer bei seiner Strategie

Bis heute werden den Rennteams die Telemetriedaten nach den Rennen als Logfiles zur Verfügung gestellt. Es entwickelte sich eine Idee, dem Fahrer live Informationen direkt ins Cockpit zu liefern, um ihn während den Runden zu unterstützen. Die Strategie besteht darin, dies über ein robustes Dashboard zu machen, das über Ethernet oder CAN mit dem Telemetriesystem verbunden ist. Als Hypothese wird angenommen, dass dem Rennfahrer diese zusätzlichen Informationen während der Fahrt helfen können, seine Energieeffizienz messbar zu steigern. Als MVP dient eine grafisch programmierbare Embedded-Hardware mit Display, eingebaut in ein Standardgehäuse mit weiteren mechanischen Komponenten direkt aus dem 3D-Drucker (Bild 12). Dank dem Entwicklungsbeschleuniger LabVIEW bieten sich nun schnelle Build-Measure-Learn-Zyklen, bis die gewünschten Datenpunkte festgelegt sind und das MVP von einer Smartphone-App als Produkt abgelöst werden kann.



Bild 12 | Das MVP eines Dashboards fürs Cockpit liefert dem Rennfahrer live Telemetriedaten. Dank hoher Abstraktion der grafisch programmierbaren ZSOM-Control-Hardware mit Display sind sogar während dem hektischen Rennalltag Programmierarbeiten und damit schnelle Build-Measure-Learn-Zyklen möglich.

5.6. Dank Erkennen der Start- und Ziellinie doppelt so viele Fahrzeuge im Rennen

Zwei unterschiedliche Ansätze zum Erfassen von Positionen wie die Start- und Ziellinie dienen als Beispiel für das Validieren einer neuen Idee mit parallelen MVPs gemäss Kapitel 2.9: die Rennen sinnvoll automatisieren, damit die Anzahl der Rennfahrzeuge vergrössert werden kann, ohne unnötige Kosten zu verursachen. Die gemeinsame Strategie: den Fahrzeugen dank zusätzlichen «Sinnen» eine gewisse Autonomie verleihen. Die gemeinsame Hypothese: dank der Autonomie unterstützen die Fahrzeuge die Organisatoren des Rennens in den teilweise sehr komplexen Abläufen, sodass z.B. eine Verdopplung der Rennfahrzeuge bei gleichzeitiger Reduktion des Personalaufwands möglich wird.

Für diese gemeinsamen Strategien und Hypothesen werden gleichzeitig zwei unterschiedliche MVP entwickelt und in der kommenden Rennsaison 2021 während drei einwöchigen Rennen parallel vor Ort getestet («Measure»). Der Build-Measure-Learn-Zyklus dauert ca 4-6 Wochen. Nach jedem Rennen wird aufgrund der Daten gelernt und entschieden:

1. Welcher der zwei Ansätze ist lebensfähiger?
2. Wie soll das neue MVP dank dem Gelernten angepasst werden?
3. Mit der Strategie weiterfahren oder Pivot auslösen?

Welcher der zwei Ansätze lebensfähiger ist, wird sich im Verlauf der kommenden Rennsaison zeigen.

Ansatz 1 MVP für intelligenten Farbsensor zum Erfassen der Start- und Ziellinie
 Aus der gemeinsamen Idee und Strategie lässt sich nach den durchgeführten, technischen Machbarkeitsprüfungen eine Teilstrategie für ein MVP ableiten und von einer Hypothese stützen:

- Teilstrategie: künstliche «Augen» (Farbsensor) und «Ohren» (Beacons) ermöglichen den Fahrzeugen, Muster auf der Fahrbahn zu erkennen und auf der Grundlage lokaler Geodaten kontextuell relevante Inhalte zu erlauschen (Bild 13).
- Teilhypothese: die Fahrzeuge erkennen weltweit an allen Rennstandorten und unter allen Randbedingungen (Wetter, Licht) neuralgische Positionen reproduzierbar.

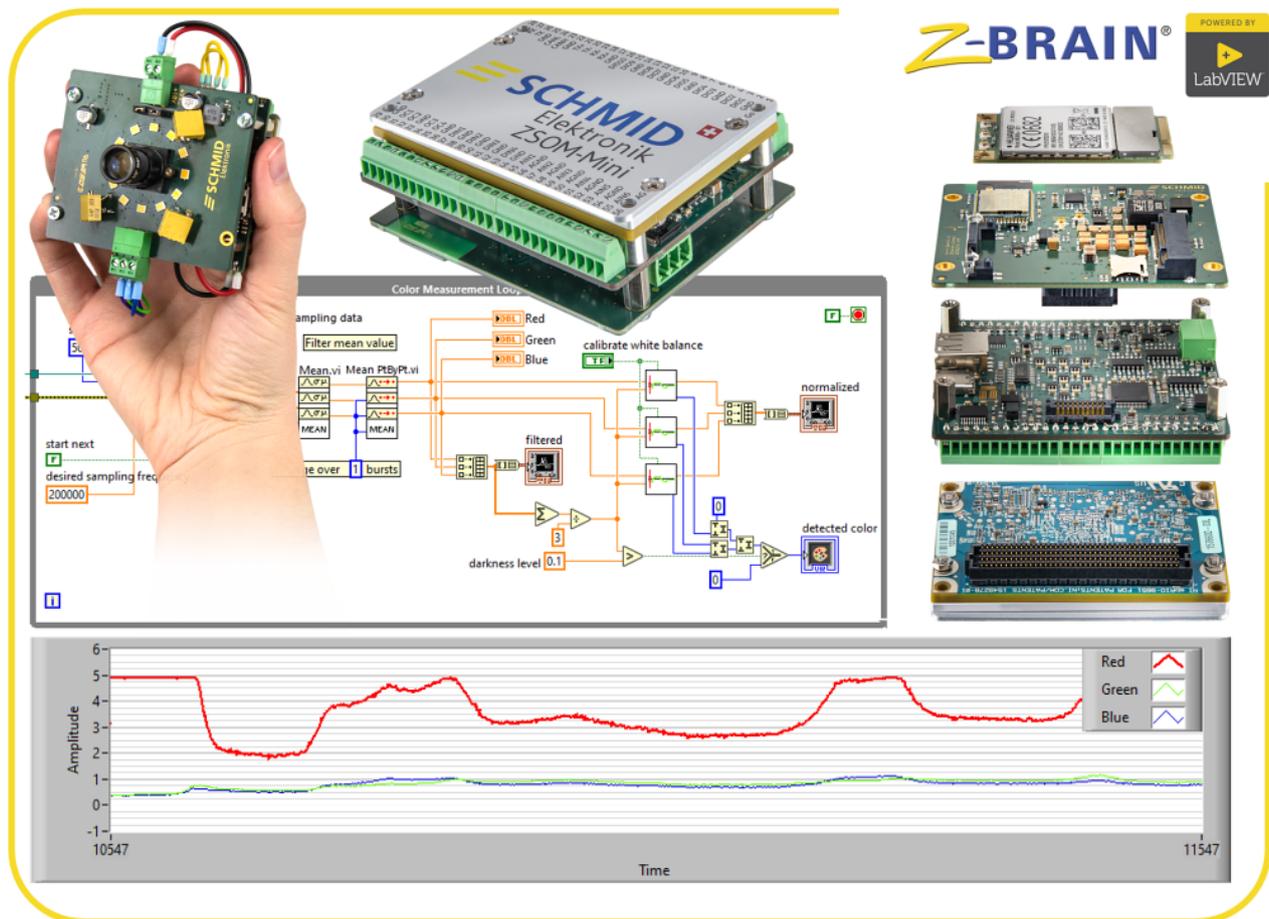


Bild 13 | Das MVP eines intelligenten Farbsensors unterstützt ein automatisiertes Erfassen der Start- und Ziellinie. Die LabVIEW-Programmierbare Standardhardware ZSOM-Mini im ZigarettenschachtfORMAT wird um ein spezifisches Tochterboard mit Farbsensor und Beleuchtung erweitert. Kern ist die simultane analoge Messwerterfassung der RGB-Signale mit 200kHz mit anschließender Signalverarbeitung.

Ansatz ② MVP mit GPS-RTK-Modul für zentimetergenaue Positionierung

Parallel zum MVP des vorgängigen Kapitels wird ein weiteres MVP zum Erkennen der Start- und Ziellinie ins Rennen geschickt, jedoch mit alternativer Teilstrategie und -hypothese:

- Teilstrategie: ein «siebter Sinn» in Form von GPS-RTK (Real-Time-Kinematic) verleiht den Fahrzeugen eine Positionsbestimmung in Zentimeter-Genauigkeit, womit sie sich in einem digital hinterlegten Ortsmodell problemlos zurechtfinden können. (Bild 14)
- Teilhypothese: die Fahrzeuge navigieren innerhalb der Rennstrecke in einem fixen Modell selbständig und reproduzierbar und ermöglichen über die Lokalisierung hinaus auch eine Geschwindigkeitsmessung, welche das manuelle Messen ablösen kann.

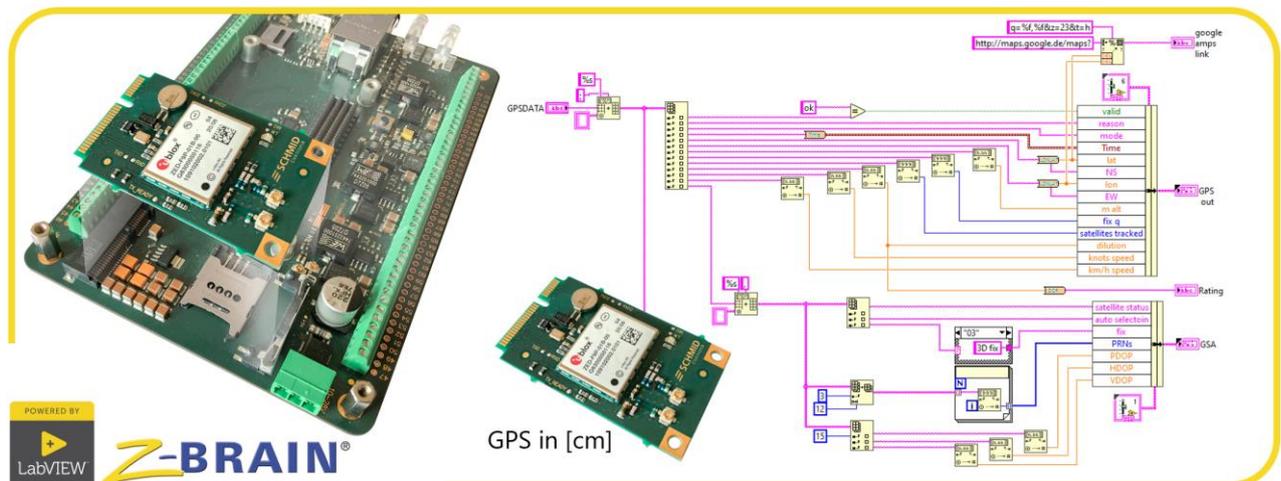


Bild 14 | Das MVP eines GPS-RTK-Moduls (Real-Time-Kinematic) besteht aus der mit LabVIEW programmierbaren Standardhardware ZSOM-Control und einem spezifischen GPS-RTK-Modul im miniPCIe-Steckplatz. Damit lassen sich während der Rennen cm-genaue GPS-Daten gewinnen, die die Position zur Start- und Ziellinie in Echtzeit erfassen und zusätzlich die Fahrzeuggeschwindigkeit bestimmen.

6 Literaturverzeichnis

- [1] Eric Ries: «The Lean Startup», theleanstartup.com, Crown Publishing Group (USA), 2011
- [2] Eric Ries: «The Startup Way», thestartupway.com, Penguin Random House, 2017
- [3] Clayton Christensen: «[The Innovators Dilemma](#)», Harvard Business Review Press, 1997
- [4] Gartners Technology Hypecycle:
<https://www.gartner.com/en/research/methodologies/gartner-hype-cycle>
- [5] [Geoffrey Moore](#): «Crossing The Chasm», Harper Collins Publishers, 2013
- [6] Marco Schmid et al: «From the Cockpit to the Cloud - Improving Teams' on-track results thanks to the telemetry data», [Youtube Webcast Video](#), Whitepaper, 2021
- [7] Melvin E. Conway: «[Conways Law](#)» (Mirroring Hypothesis)
- [8] Marco Schmid: «[Dynamische Technologie-KMUs: Dank Know-how aus dem Rennsport die Nase vorn](#)», ELEKTRONIKPRAXIS, Oktober 2020
- [9] Marco Schmid: «[Im Technologie-KMU der Zukunft stehen Menschen an erster Stelle!](#)», Whitepaper aus «The Future Code», Juni 2020
- [10] Marco Schmid: «[Entfesselte Kreativität](#)», Elektronik Informationen, 2/2018
- [11] Marco Schmid: «LabVIEW Embedded auf kundenspezifischer Hardware und im Serienprodukt», Whitepaper, 2018
- [12] wiki.schmid-elektronik.ch/zsom: grafisch mit NI LabVIEW programmierbare Embedded-Systems. Marke «ZBrain» vom NI Partner Schmid Elektronik, CompactRIO & Control-Specialty)

7 Autor



Marco Schmid, marco.schmid@schmid-elektronik.ch,
Tel: +41 71 969 35 90, Ing. FH Systemtechnik, B.Sc. / Unternehmer

Der Systemingenieur in mir hat eine Leidenschaft für Technologien wie Embedded-Systems, IOT-Dinge und Machine Learning. Als Unternehmer genieße ich das Privileg, das Leadership-Team eines 40-köpfigen Familien-KMU mit cooler DNA und pfiffigen Leuten zu coachen.

Das Verständnis für entgegengesetzte und aufeinander bezogene Kräfte kommt aus meinen früheren Erfahrungen in asiatischen Kampfkünsten. Als Grenadier lernte ich, VUCA-Extrem-situationen zu begegnen und sie aus- und durchzuhalten. Soziale Netzwerke – team-, firmen-, länder- und kontinentübergreifend - spielen in meinem geschäftlichen Leben eine zentrale Rolle. Sir Richard Branson gehört zu meinen motivierenden Vorbildern, weil er «Game Changer» erschaffen hat, Mensch geblieben ist und Mitarbeiter*Innen an die erste Stelle stellt. Seit der Situation im 2020 ist mir vor allem das [Zusammenhalten und Wissen teilen](#) wichtig geworden.

8 Firma Schmid Elektronik und ihr Bezug zum Thema



Mezikonerstrasse 13, CH-9542 Münchwilen, Schweiz
schmid-elektronik.ch, info@schmid-elektronik.ch
Tel: +41 71 969 35 80

Das Schweizer Tech-KMU Schmid Elektronik schafft für seine Kunden Spielraum. Sei es Spielraum für CEO's, die ihr KMU technologisch und methodisch weiterbringen möchten. Spielraum für CTO's/Entwicklungsleiter von Konzernabteilungen, die für Innovationsprojekte eine unkomplizierte und schnelle verlängerte Werkbank suchen. Spielraum für Startupgründer, die für ihre Cloud-Anwendung feldtaugliche IoT-Hardware benötigen.

Das «Why» von Schmid Elektronik: Mit Teamspirit und Pioniergeist Spielraum schaffen, so dass Neues und Sinnvolles entstehen kann, das Grenzen verschiebt und die Menschheit bewegt.

Anwendungen	Know-How	Lieferobjekte
<ul style="list-style-type: none">• Industrielle Elektronik• Embedded-Systeme• IOT-Things	<ul style="list-style-type: none">• Engineeringsservices• Produktionsservices• Produkte (Plattformen)	<ul style="list-style-type: none">• PoC, Prototypen, Pilotserien• MVP, Losgrösse «1»• Kleine und mittlere Serien
1972 Gründung • Familien KMU • 40 MitarbeiterInnen • Agile ISO9001:2015 Standards		

Münchwilen, den 1.3.2021, Marco Schmid

9 Glossar

Kapitel 1	KMU	Kleine und mittlere Unternehmen
	MVP	Minimum Viable Product, minimale Funktionen, hohe Qualität und
	IOT	Internet Of Things, Internet der Dinge
	Embedded-System	Hardware und Software auf Microcontroller, eingebettet in ein System
	Transformation	Eine extreme, oft radikale Veränderung
	Wasserfall	Ein lineares, kaskadiertes Vorgehensmodell, unterteilt in Projektphasen
	Hardware	Die physische Elektronik eines Embedded-Systems
	Software	Der Softwareteil eines Embedded-Systems, siehe auch 24/7 und Echtzeit
	Game-Changer	Ein neues Produkt, das einen Markt dramatisch verändern kann
Kapitel 2	Losgrösse 1	Kleine Fertigungslose, im Extremfall 1 Stück, das die Produktion
	One-Piece-Flow	Arbeitsorganisation, die ein Werkstück Stück für Stück produziert
	PoC	Proof of Concept, Machbarkeitsprüfung
	Prototyp	Ein Modell, um wesentliche Elemente eines erdachten Produkts zu zeigen
	Pains & Gains	Herausforderungen und positive Erlebnisse von Kunden
	Strategie	Längerfristiger Plan zum Erreichen von Zielen und der Vision
	Hypothese	Eine Art «Unterstellung», die nicht bewiesen ist und geprüft werden muss
	Pivot	Eine radikale Veränderung der Strategie ohne Änderung der Vision/Idee
Kapitel 3	Disruptiv	Störend, bahnbrechend, verdrängend, auf den Kopf stellend
	KANBAN	Philosophie : Hör auf, Dinge anzufangen – Fang an, Dinge fertigzustellen !
	Work-in-Progress	Arbeit, die begonnen, aber noch nicht abgeschlossen wurde
	Gartner Hype Cycle	Zeigt die Phasen öffentlicher Aufmerksamkeit bei neuen Technologien
	Diffusionskurve	Modelliert, wie Innovationen vom Markt aufgenommen werden
	VUCA	Volatile (flüchtig), Uncertain (unsicher), Complex, Ambiguous
	3D-Druck	Additive, generative Fertigung auf der Basis von 3D Computermodellen
	Conwaygesetz	Beobachtung einer Balance zwischen Teams und ihren Produkten
	Early Adopter	Frühe Anwender, die zu den ersten gehören, welche Neues übernehmen
	Shell Eco-marathon	Ein Rennen, bei dem derjenige mit der besten Energieeffizienz gewinnt
	GPS	Global Positioning System, globales Satellitensystem für die Navigation
	4G	Ein Mobilfunkstandard für Smartphones, häufig bei mobilem Internet
	WIFI	Wireless Fidelity, spezielle Art von WLAN für drahtlosen Datenaustausch
	Cloudserver	Ein leistungsstarker virtueller Server, verfügbar über das
	Social Media	Webseiten und Apps, die für NutzerInnen Inhalte erstellen und teilen
	Linux Distribution	Aufeinander abgestimmtes Softwarepaket basierend auf dem Linuxkernel
	Multitouch	Ein Bildschirm, der gleichzeitig die Gesten mehrerer Finger erkennt
	Webbasiert	Eine Anwendung, die in einem Webbrowser abläuft
	User Interface	Eine Bedienerschnittstelle zwischen Mensch und Maschine
	Moving Targets	Ziele und Anforderungen, die sich während dem Projektverlauf ändern

Kapitel 4	Persona	Ein Nutzermodell, das Personen einer Zielgruppe hautnah charakterisiert
	Epics	Beschreiben Anforderungen auf einer eher allgemein gehaltenen Ebene
	User Stories	Anforderungen an ein Produkt aus Sicht der Nutzer
	Backlog	Eine Liste von noch zu erledigenden Aufgaben innerhalb eines Projekts
	WIP	Siehe Work-In-Progress
	Stabil	Ein stabiles Rückgrat mit Effizienz, Prozessen, Zuverlässigkeit, Sicherheit
	Agil	Dynamische Fähigkeiten, um schnell auf Änderungen reagieren zu können
	Adaptiv	Kreatives Mindset, neue Denkweise, Offen für Neues, Spontaneität
	3D-Teamwork	Eine Kombination aus Stabil + Agil + Adaptiv, 3D-Quadrantenmodell
Kapitel 5	LabVIEW	Eine grafische Programmierumgebung mit einfachem Zugriff auf Hardware
	NI	Hersteller von LabVIEW und einer Hardware-Plattform fürs Messen
	Analoge Signale	Natürliche, stufenlose Messsignale
	Programmiersprache	Formale Sprache für Datenstrukturen und Algorithmen : C, C++, Python, Java
	Programmiermodelle	Sind abstrakt und sehr nahe am Design eines Systems
	Echtzeit	Eine vorgegebene Zeit, die ein Prozess in der Realität verbrauchen darf
	Bootzeit	Die Zeit, in der ein Betriebssystem und die Anwendungssoftware geladen werden
	Skal. Strombedarf	Eine veränderbare Leistungsaufnahme, etwa bei Batteriebetrieb
	24/7-Betrieb	Industrieller Dauerbetrieb mit einer Verfügbarkeit rund um die Uhr
	Mikrosekunden	[μ s]-Echtzeit, das oft von Microcontrollern verlangt wird
	Nanosekunden	[ns]-Echtzeit, welches fast nur von FPGA's unterstützt wird
	Telemetrie	Die Übertragung eines Messwertes vom Sensor an einen anderen Ort
	DataScience	Informationen und Wissen aus Daten generieren
	Marke ZBrain	Grafisch mit LabVIEW programmierbare Embedded-Systems (Schmid, NI)
	ZSOM-Control	Grafisch programmierbarer, industrieller Messrechner
	ZSOM-Mini	Grafisch programmierbarer Messrechner für miniaturisierte Systeme
	Microservices	Eine flexible, erweiterbare Architektur für komplexe Software
	API	Application Programming Interface : eine Programmierschnittstelle
	ARM	Eine Mikroprozessor-Architektur vom Unternehmen ARM, lizenzbasiert.
	Off-The-Shelf	Standardprodukte, ab Lager verfügbar
	Baseboard	Die Hauptplatine einer industriellen Elektronikhardware
	Zielsystem	Stellvertretend für Embedded-Systeme aus Hardware und Software
	C/C++	Eine prozedurale/objektorientierte textbasierte Programmiersprache
	Linux	Ein Open-Source Betriebssystem für PCs und Embedded-Systems
	NI Teststand	Ein Software Framework für Testanwendungen aus dem Hause NI
	PXI-Plattform	Eine Hardwareplattform für Testen und Messtechnik von NI
	Dashboard	Ein softwarebasiertes, grafisches Armaturenbrett mit Kennzahlen
	Ethernet	Standard für kabelgebundenen Datenaustausch in einem Netzwerk
	CAN	Controller Area Network. Robuster, echtzeitfähiger Datenbus.
	Datenpunkte	Die kleinste Einheit für die zu analysierenden Daten : Messung, Berechnung
	RGB-Farbsensor	Die Farben Rot, Grün und Blau werden über separate Kanäle gemessen
	200kHz simultan	Abtastrate mit 200'000 Werten pro Sekunde, parallel gemessen
	Beacons	Auf Bluetooth basierende Sender und Empfänger
GPS-RTK	Real-Time-Kinematic. Hochgenaue GPS-Position in cm-Genauigkeit	
miniPCle	Ein Steckkartenformat zur Modul-Erweiterung in Embedded-Systems	