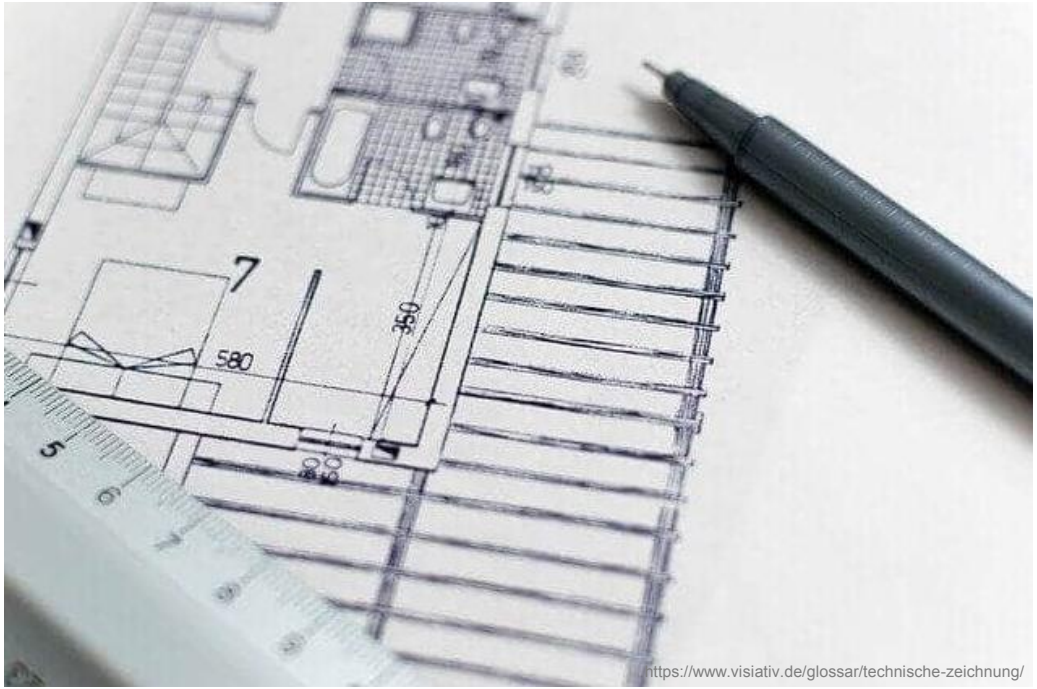
Ingenieurprojekt 1



Vorlesung

Prof. Dr.-Ing. Günter Valder
Modul 101250

FH AACHEN
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Hinweise



Ziel meiner Lehrveranstaltungen ist es, Ihnen wissenschaftlich fundierte Erkenntnisse praxisnah zu vermitteln, damit Sie die erworbenen Kenntnisse im späteren Berufsleben direkt anwenden können.
Voraussetzung für die erfolgreiche Anwendung von Wissen ist Verständnis. Stellen Sie daher jederzeit Fragen, wenn Ihnen etwas unklar erscheint.
Für vertrauliche Anliegen vereinbaren Sie bitte per E-Mail einen Gesprächstermin: valder@fh-aachen.de



In der abschließenden **Erfolgskontrolle** (Prüfung) geht es nicht darum, vorgegebene Zahlen in bekannte Formeln einzusetzen. Entscheidend ist, mit ingenieurwissenschaftlichem Rechnen sinnvolle Ergebnisse zu erzielen – also Methoden zu verstehen, anzuwenden und auf neue Situationen zu übertragen. Geprüft wird dabei einerseits übertragbares Wissen, also die direkte Anwendung bekannter Methoden und Verfahren auf vergleichbare Aufgabenstellungen. Darüber hinaus wird auch transformiertes Wissen verlangt: Sie sollen Ihr Verständnis nutzen, um Methoden auf neue oder veränderte Problemstellungen anzupassen.

Hinweis



Die im Rahmen dieser Lehrveranstaltung bereitgestellten Unterlagen wurden mit größter Sorgfalt erstellt. Sie dienen der Orientierung sowie der Unterstützung beim Verständnis und der Vertiefung der Lehrinhalte.

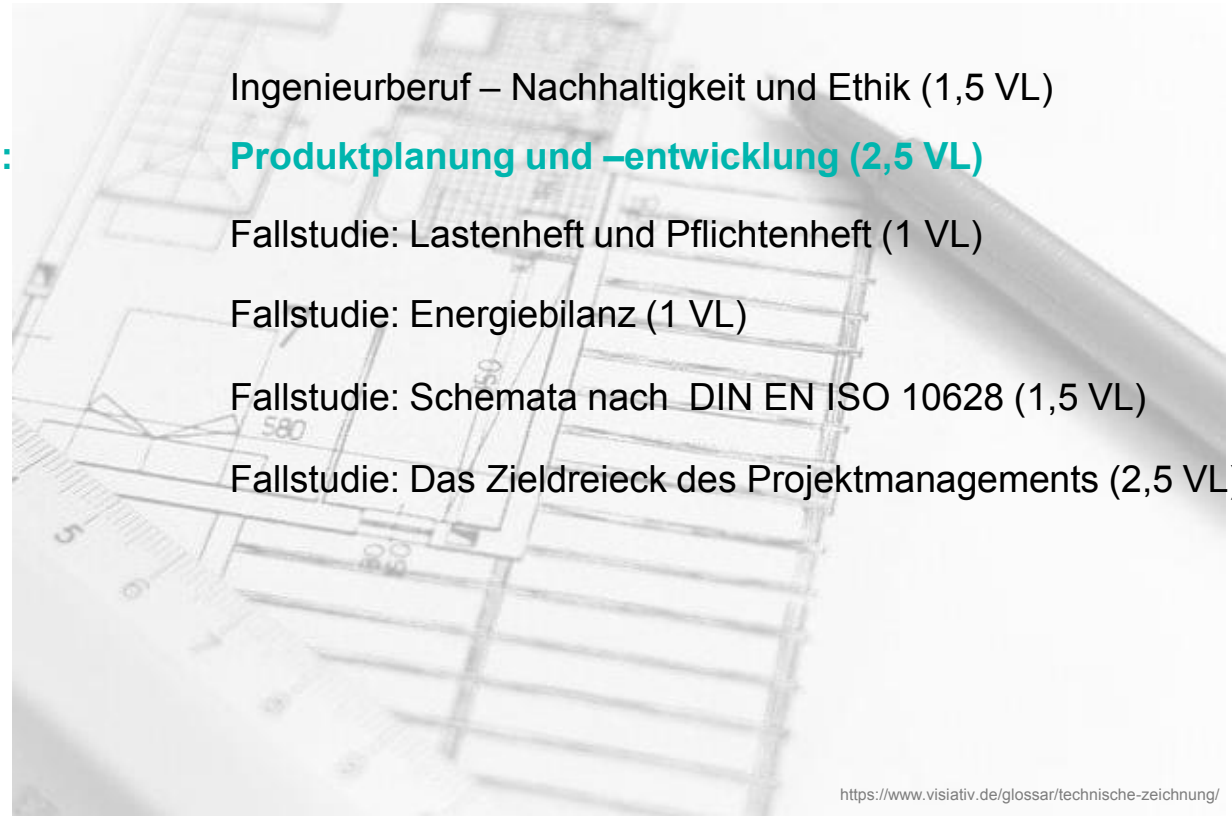
Diese Unterlagen ersetzen nicht die Teilnahme an Vorlesungen und Übungen und entbinden nicht von der eigenständigen Auseinandersetzung mit dem Stoff.

Trotz größter Sorgfalt können Fehler nicht ausgeschlossen werden. Eine Haftung für Vollständigkeit, Aktualität oder Richtigkeit der Inhalte wird daher nicht übernommen.

Dies gilt insbesondere für Verweise auf Gesetze, Normen und Richtlinien. In der späteren beruflichen Praxis sind stets die jeweils aktuellen und verbindlichen Fassungen der einschlägigen Regelwerke heranzuziehen und zu berücksichtigen.

Inhalt Ingenieurprojekt 1

Kapitel 1:	Ingenieurberuf – Nachhaltigkeit und Ethik (1,5 VL)
Kapitel 2:	**Produktplanung und –entwicklung (2,5 VL)**
Kapitel 3:	Fallstudie: Lastenheft und Pflichtenheft (1 VL)
Kapitel 4:	Fallstudie: Energiebilanz (1 VL)
Kapitel 5:	Fallstudie: Schemata nach DIN EN ISO 10628 (1,5 VL)
Kapitel 6:	Fallstudie: Das Zieldreieck des Projektmanagements (2,5 VL)



https://www.visiativ.de/glossar/technische-zeichnung/

Lernziele

Verstehen → Die Studierenden können den **Produktlebenszyklus** sowie die wesentlichen Schritte der Produktplanung angelehnt an VDI 2220 erläutern.

Anwenden → Die Studierenden können eine Produktentwicklungsaufgabe als Problem formulieren und daraus ein SMART formuliertes Zielsystem mit Randbedingungen und Gütekriterien ableiten.

Analysieren → Die Studierenden können Zielkonflikte und Abhängigkeiten innerhalb eines Zielsystems erkennen und für eine Entwicklungsaufgabe geeignete Prioritäten ableiten.

Bewerten → Die Studierenden können für eine Produktentwicklungsaufgabe ein geeignetes Vorgehensmodell auswählen und die Auswahl anhand von Anforderungen, Unsicherheit und technischer Komplexität begründen.

Taxonomie: Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. (2001). A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives. New York: Longman.

Bedeutung und Definition der Produktplanung

- Unternehmen müssen Produkte anbieten, die einen Kundennutzen erzeugen und wirtschaftlich erfolgreich sind.

→ Da sich Märkte, Technik und Anforderungen verändern, müssen Produkte kontinuierlich geplant, entwickelt und angepasst werden.

- Ein Produkt ist das Endresultat eines strukturierten Entwicklungs- und Herstellungsprozesses, das als Ware auf dem Markt angeboten wird.

→ Ein Produkt kann sowohl ein physisches Objekt als auch eine Dienstleistung sein, die einen Nutzen oder Wert für den Kunden bietet.

→ **Ohne verkaufsfähige Produkte keine Einnahmen, ohne Einnahmen keine Wirtschaftlichkeit.**

Bedeutung und Definition der Produktplanung

- Die **Produktplanung** und die anschließende **Produktentwicklung** sind daher wichtige Instrumente zur Sicherung des Unternehmensziels „Wirtschaftlichkeit“:

„Die Produktplanung nimmt eine zentrale Stellung im Rahmen der Zukunftssicherung der Unternehmen ein...und umfasst auf der Grundlage der Unternehmensziele die systematische Suche und Auswahl zukunftsträchtiger Produktideen und deren weitere Verfolgung.“ [VDI 2220, 1980]

→ Produktplanung und Produktentwicklung sind in jedem Unternehmen **fortwährende Aktivitäten**.

Ziele der Produktplanung

→ **Entwicklung** von Produkten/Produktideen mit einem vom Zielmarkt **akzeptierten Mehrwert**.

→ **Einführung** der für die Realisierung ausgewählten Produkte in den Zielmarkt.

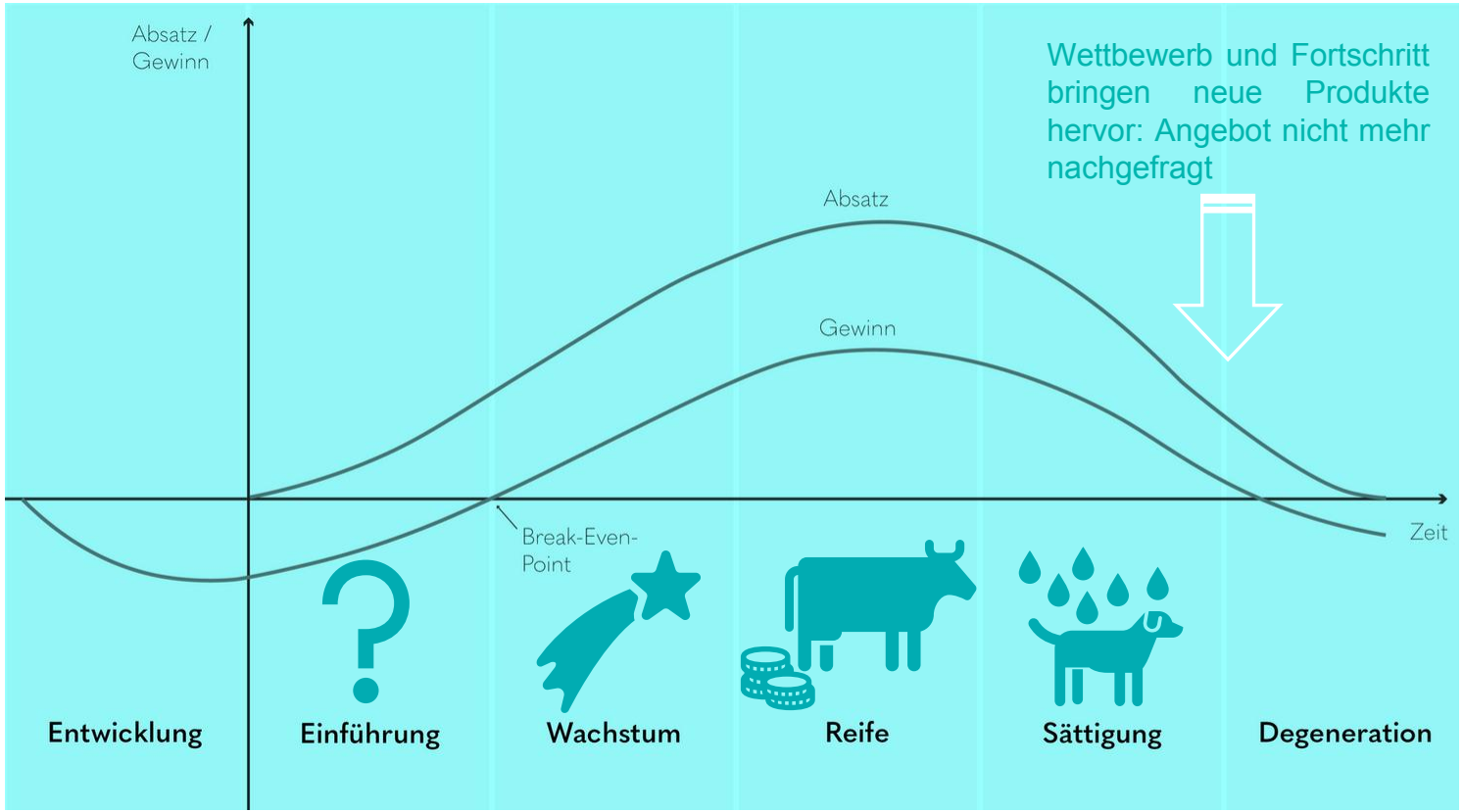
→ **Etablierung** derselben auf dem Zielmarkt für eine möglichst lange, aber **begrenzte Zeit**.



- Angebot und Nachfrage ändern sich ständig, daraus ergibt sich ein typischer **Produktlebenszyklus**. Produktplanung muss daher ein kontinuierlicher Prozess sein. Daraus folgt als weiteres Ziel:

→ **Parallele Entwicklung** von Varianten/Erweiterungen/Nachfolgern

Notwendigkeit der Produktplanung: Produktlebenszyklus



https://blog.enra.app/produktlebenszyklus

Notwendigkeit der Produktplanung: Produktlebenszyklus

- **Wie lange dauert es bis zur Degeneration?**

→ Das kann man sich aus typischen Entwicklungszeiten ungefähr ableiten:

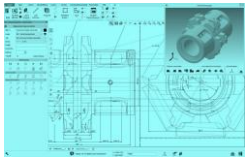
→ „Mächtige Software“ wie z.B. Betriebssysteme, ERP-Systeme, CAD, FEM, CFD etc. haben relativ lange Lebenszyklen (mit regelmäßigen Aktualisierungen) während manche „Apps“ bereits nach wenigen Monaten völlig veraltet sein können.

→ Produkte wie Smartphones, Tablets, Notebooks etc. haben typischerweise einen Lebenszyklus von 1-2 Jahren.

→ Mode und Bekleidung: Der Begriff „fast fashion“ sagt alles. ☹

→ Mobilität: Fahrzeuge haben tendenziell Produktlebenszyklen, die sich über mehrere Jahre bis zu einem Jahrzehnt erstrecken können.

→ Pharmazeutika: Die Entwicklung und Zulassung neuer Medikamente ist ein langwieriger Prozess, daher haben pharmazeutische Produkte oft einen sehr langen Lebenszyklus, der mehrere Jahrzehnte umfassen kann.



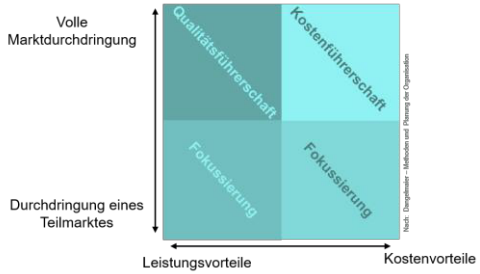




Produktplanung nach VDI 2220 - Strategie

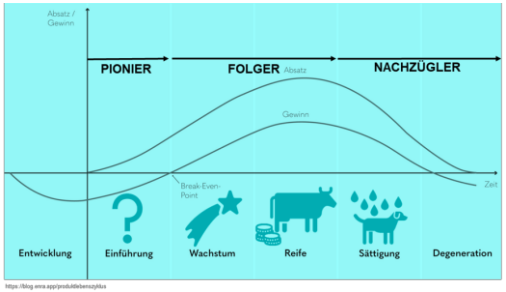
- **Wettbewerbsgrundstrategien nach Porter**

→ Qualitätsführerschaft („technisch bestes Produkt“)
→ Kostenführerschaft („bestes Preis-Leistungs-Verhältnis“)
→ Fokussierung (Nischenprodukt)



- **Strategien nach Zeitpunkt des Markteintritts**

→ Pionierstrategie (First-to-Market)
→ Folgerstrategie („Me too“)
→ Nachzüglerstrategie

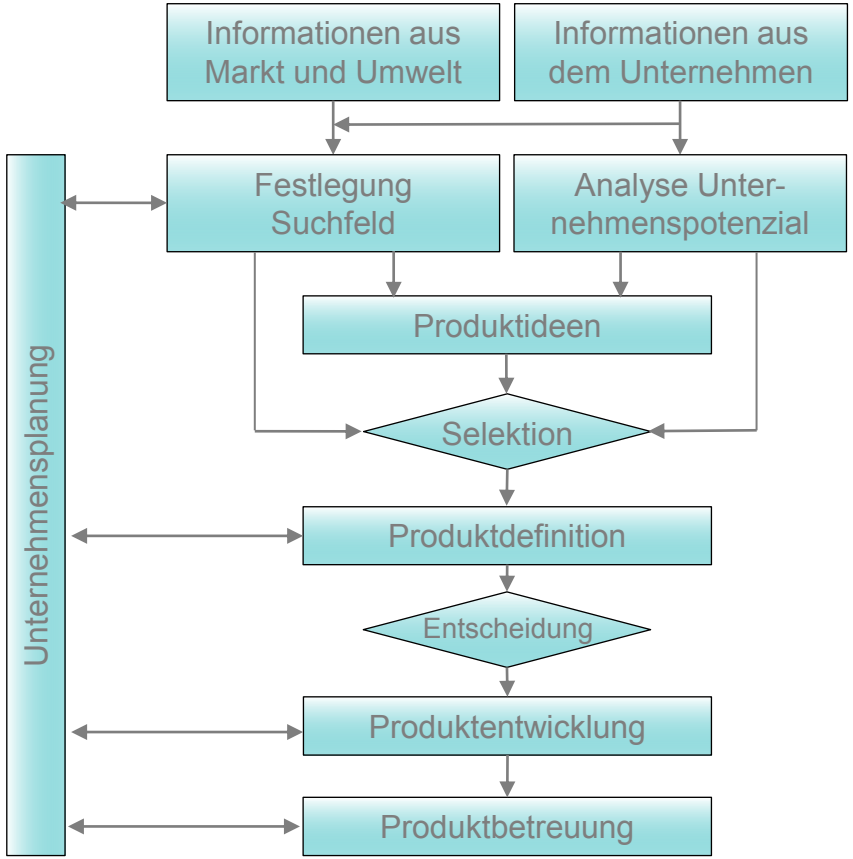


- **Strategieunabhängige Empfehlungen**

→ Es ist anzustreben, dass sich die von einem Unternehmen angebotenen Produkte in verschiedenen Lebensphasen befinden.

→ Nicht alle Produkte bzw. Produktvarianten schaffen es von der Einführungs- und Wachstumsphase in die Reifephase. Daher sollten stets mehrere Produkte zur gleichen Zeit in der Einführungs- oder Wachstumsphase platziert sein.

Produktplanungsprozess angelehnt an VDI 2220



Produktplanung nach VDI 2220 – Erläuterungen

- Interne Anstöße für Produktentwicklung:
  → Mangelnde Wirtschaftlichkeit der aktuellen Produkte (z.B. Preise nicht durchsetzbar bzw. Kosten zu hoch)
  → Änderung der Marketingstrategie (z.B. „CO_2-neutral werden“)

- Externe Anstöße für Produktentwicklung:

→ neue Technologien und Verfahren drängen in den Markt (z.B. KI)
→ Gesetzliche oder wirtschaftspolitische Maßnahmen ändern den Markt (Beispiel: gesetzliche CO_2-Minderungsziele → Nachfragesteigerung von ZEV.)

- Potenzialanalyse

→ Was können wir gut? Wo haben wir Alleinstellungsmerkmale?
→ Welche Möglichkeiten haben wir in der Fertigung, auf dem Beschaffungsmarkt, im Absatzmarkt,…?
→ Wie ist unsere finanzielle Ausstattung?
→ Wo passen unsere Möglichkeiten zu den Bedürfnissen des Marktes?

- Suchfelder für Produktideen

→ Potenzielle Suchfelder sind alle Märkte mit Wachstumspotenzial

Produktplanung nach VDI 2220 – Erläuterungen

- Gesellschaftliche Megatrends als potenzielle Suchfelder:

Einschätzung des Zukunftsinstituts 2019



Urbanisierung
"Urbanität ist eine neue Lebens- und Denkweise"



Konnektivität
"Wurzel neuer Lebensstile"



Individualisierung
"Die Freiheit der Wahl"



Gesundheit
"Synonym für gutes Leben"



Silver Society
"Entstehung einer neue Lebensphase"



Mobilität
"Postfossil, multimobil, geteilt"



New Work
"Wenn die digitale Arbeitswelt den Menschen nicht mehr braucht, wozu braucht der Mensch noch die Arbeitswelt?"



Sicherheit
"Eine Krise folgt der anderen – Gesellschaft im Daueralarm"

- Generieren von Produktideen

→ Der Schritt der Ideenfindung und –selektion ist der mit Abstand schwierigste Teil.
→ Die Idee zu einem Produkt lässt sich nicht erzwingen, vielmehr zählen **Kreativität und Intuition.**
→ Die Anwendung von Methoden zur Ideenfindung kann hilfreich sein.

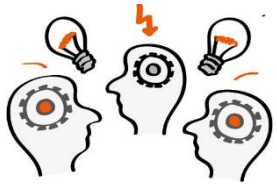
Produktideen : Kreativtechniken (Auswahl)

- **Ziel**

→ In einer Gruppe von Experten in kurzer Zeit möglichst viele Ideen zu produzieren.

- **Brainstorming („using the brain to storm a problem“, [Osborn 1957]).**

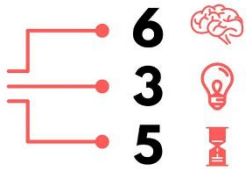
→ Jedes Gruppenmitglied darf Ideen äußern, diese werden protokolliert.



Quelle: Projektmagazin.de

- **6-3-5 Methode**

→ Jedes Gruppenmitglied notiert in fünf Minuten drei Ideen, Zettel gehen zur Ergänzung reihum.



Quelle: DeAcademic.de

- **Kartenabfrage (Metaplan-Methode)**

→ Jedes Gruppenmitglied notiert seine Ideen auf Karten, diese werden anschließend veröffentlicht, gruppiert, priorisiert und bewertet.



Quelle: DeAcademic.de

Kreativtechniken – Voraussetzungen

1. Jeder Beteiligte kennt das Problem (→ Problembeschreibung)

2. Wissen

→ Tendenz: Breites und vielfältiges Wissen fördert Kreativität.

→ Es ist daher immer sinnvoll, in Gruppen aus Fachleuten unterschiedlicher Fachrichtungen nach Lösungen zu suchen.

3. Voraussetzung: Kreativitätsfördernde Atmosphäre

→ Ideen können nicht erzwungen werden
→ Fleißarbeit ist unter Druck möglich, Kreativarbeit nicht.
→ Es ist ratsam, für eine lockere und anregende Atmosphäre zu sorgen z.B. außerhalb des Unternehmens.
→ mindestens: Smartphone, Notebook oder Tablet ausschalten.

Kreativtechniken – Voraussetzungen

4. Vermeidung von Dominanz und Kritik

→ voreilige Kritik hemmt
→ Ausspielen hierarchischer Unter- oder Überstellung hemmt
→ Voreilige Kritik ist zu verbieten, kreative Lösungsfindung muss deutlich von der normalen Arbeit unterschieden werden

5. Richtige Einstellung.

→ „Das haben wir schon immer so gemacht!“ / „Das haben wir noch nie so gemacht!“
→ „Das geht in der Praxis sowieso nicht!“
→ „Dafür ist jetzt keine Zeit!“
→ „Ich weiß schon, wie das endet“
→ …Besserwisserei, Beharrung auf vermeintlich Bewährtem, Bedenken etc. haben bei kreativer Lösungsfindung nichts verloren.

→ **Entweder, man ist Teil der Lösung oder Teil des Problems.**

Kreativtechniken – Voraussetzungen

6. Durchhaltevermögen

- Das Gefühl, nicht weiterzukommen, ist normal. Auch vermeintliche oder tatsächliche Rückschläge sind normal.

→ Gegebenenfalls muss die Notwendigkeit von Auszeiten akzeptiert werden.

- Häufig findet in der Auszeit die so genannte „Inkubation des Geistes“ statt:

→ Unterbewusst „brütet“ unser Gehirn weiter an der Lösung, die einem dann plötzlich in einer völlig anderen Situation z.B. beim morgendlichen Duschen, mittags an der roten Ampel oder abends beim Sport völlig klar wird.

Produktplanung nach VDI 2220 – Erläuterungen

- Selektion

→ Bewertungsschema und Prioritäten festlegen→ z.B. Nutzwertanalyse, daraus **erste Selektion**

→ Qualitative Grobanalysen durchführen (Markt, Wettbewerb, Unternehmen) z.B. mittels Nutzwertanalyse, daraus **zweite Selektion**

→ Qualitative und quantitative Feinanalyse (Absatzmengen, erzielbare Preise, entstehende Kosten)

→ aussichtsreiche Produktideen festlegen

- Produktdefinition

→ Festlegung des Marktes/der Zielgruppe
→ Budgetierung Entwicklungs- und Investitionsaufwand
→ Vorhersage Absatzmengen
→ Festlegung Preis und zulässigen Herstellkosten (z.B. durch Target Costing)
→ Verabschiedung Terminplan bis zur Produkteinführung
→ Einsetzung Produktentwicklungsteam

} **„Businessplan“**

Produktplanung nach VDI 2220 – Erläuterungen

- Produktbetreuung

→ beobachtet das Kosten- und Erfolgsverhalten des Produktes nach dessen Einführung und legt im Falle erkennbarer Abweichungen Maßnahmen fest.

→ Produktbetreuung sichert darüber hinaus nicht nur die Funktionsfähigkeit und sondern auch die Weiterentwicklung eines Produkts über den gesamten Lebenszyklus.

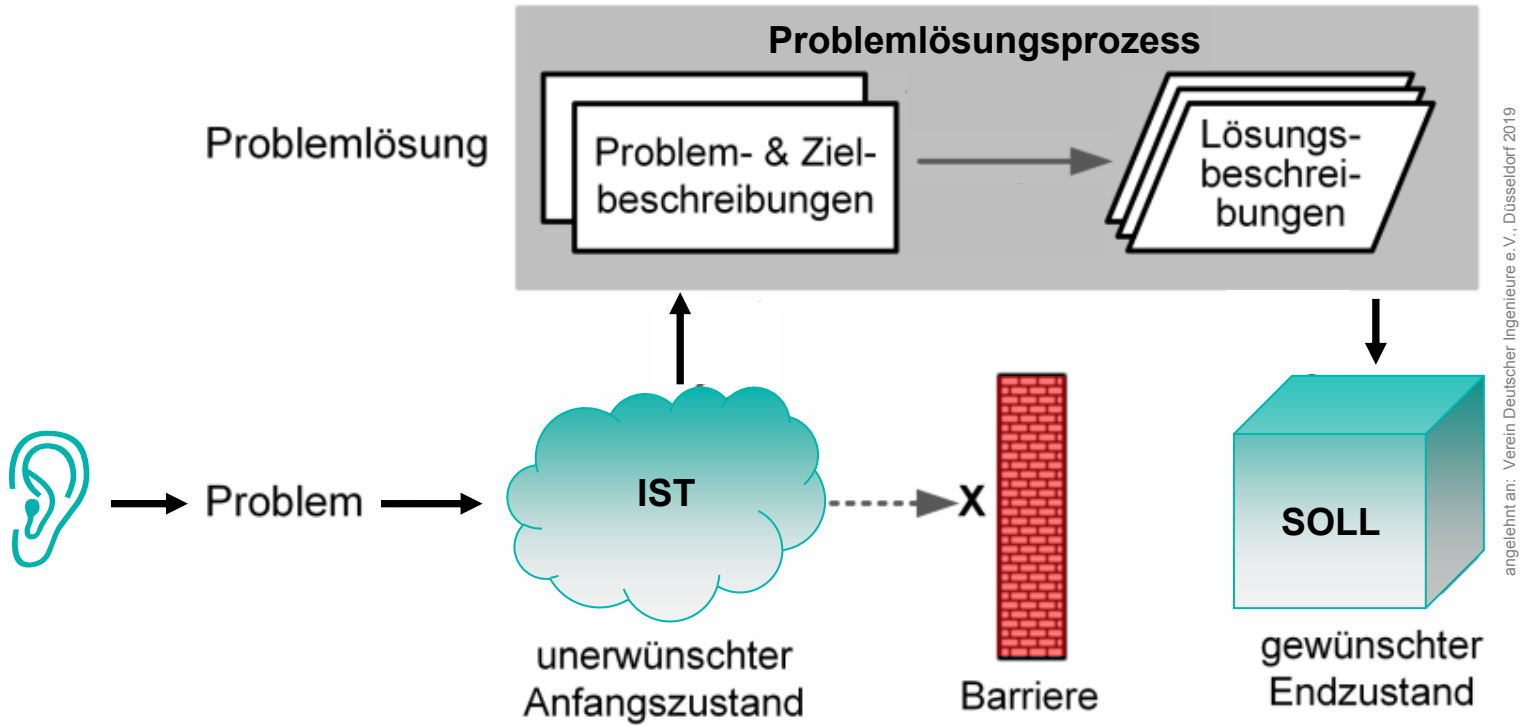
→ Gleichzeitig entsteht ein erhebliches Folgegeschäft durch Erweiterungen, Ersatzteile, Wartung, Service und Beratung. Dadurch werden langfristige Kundenbindungen aufgebaut und zusätzliche, oft margenstarke Umsätze erzielt.

- Die Auswirkungen von Produktbetreuung erleben wir jeden Tag: Änderung von Verpackungsdesign und –inhalt bei Lebens- und Genussmitteln, regelmäßige Softwareupdates, Facelifts bei Kraftfahrzeugen, u.v.m.

- Das sind alles keine zufälligen Ereignisse. In der Regel stecken dahinter Marketingstrategien, die sich wiederum auf Informationen aus den unterschiedlichsten Quellen stützen:

→ **Ein wesentlicher Erfolgsfaktor ist Datensammlung.**

Produktentwicklung ist Problemlösung (angelehnt an VDI 2221)



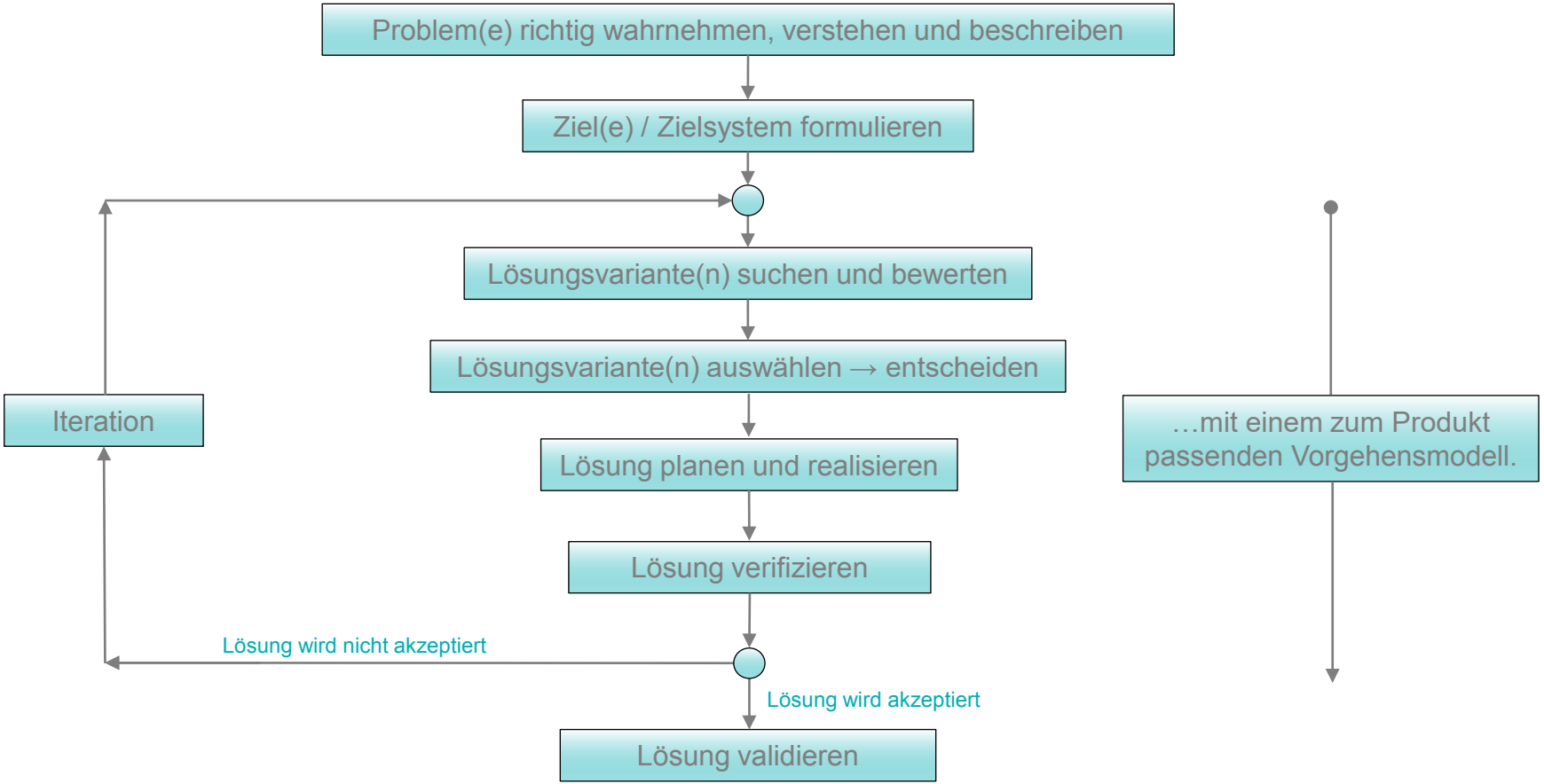
Produktentwicklung – „Design to X“-Prinzipien als globale Entwicklungsziele

- **VDI 2221:** Unter „Design for X“ beziehungsweise „Design to X“ werden Entwicklungsprinzipien zusammengefasst, bei denen bestimmte Ziele oder Folgeprozesse besonders berücksichtigt werden.

→ **Design to Cost**: Konzentration auf die Minimierung der Herstellungskosten.
→ **Design to Quality**: Sicherstellung hoher Qualitätsstandards.
→ **Design to Safety**: Vorrangige Berücksichtigung von Sicherheitsaspekten
→ **Design to Reliability**: Gewährleistung der Zuverlässigkeit des Produkts.
→ **Design to Ergonomics**: Berücksichtigung der Beziehung zwischen Mensch und Produkt
→ **Design to Environment**: Umweltfreundliche Gestaltung des Produktes.
→ **Design to Sustainability**: Nachhaltigkeit des Produkts.
→ …

→ **Design for Manufacture:** Optimierung des Designs für den Herstellungsprozess.
→ **Design for Assembly**: Vereinfachung des Montageprozesses.
→ **Design for Test**: Erleichterung der Produktprüfung
→ **Design for Recycling:** Betrachtung des kompletten Lebenszyklus und der Ressourcenschonung
→ …

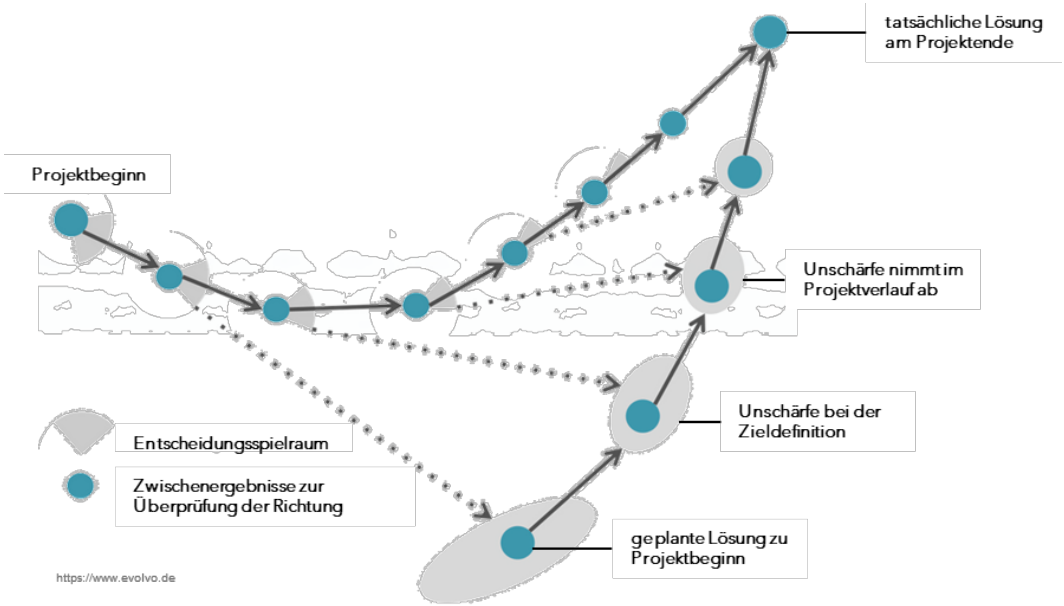
Der Problemlösungsprozess (PLP)



Problemlösungsprozess (PLP)

- **„Moving Target“:** Das endgültige Ergebnis des Problemlösungsprozesses ist nicht zwingend von Anfang an vollständig bekannt.

→ Die Anforderungen können sich während des Problemlösungsprozesses ändern (Gesetze, Normen, wirtschaftliches oder konjunkturelles Umfeld…)



Ziele formulieren: Anforderungen an Ziele (SMART)

- Gleich ob **klassisch, hybrid** oder **agil:**

Unklare Ziele sind die häufigste Ursache für das Scheitern von Problemlösungsprozessen.

1. Ziele müssen **eindeutig** (specific) und **messbar** (measurable) formuliert werden

- subjektiv und interpretierbar

→ „Die Uhr soll **robust gegen Feuchtigkeit** sein.“



- eindeutig und messbar:

→ „Die Uhr soll in **10 m Wassertiefe 3 Stunden wasserdicht** sein.“

Ziele formulieren: Anforderungen an Ziele (SMART)

2. Ziele sollten **attraktiv** (attractive) und **realistisch** (realistic) sein

→ Hinweis: „attraktiv“ nicht zuletzt im Sinne von „akzeptiert“

- Führungskräfte fordern manchmal scheinbar Unmögliches und hoffen, dass dadurch das maximal Mögliche erreicht wird. Diese Vorgehensweise ist wenig hilfreich:

→ mögliche **psychologische** Folge: Überforderung und Fatalismus („Schaffen wir sowieso nicht!“ = nicht akzeptiert)

→ mögliche **wirtschaftliche** Folge: Kosten ohne adäquaten Ertrag (= nicht attraktiv).



Ziele formulieren: Anforderungen an Ziele

3. Ziele sollten klar **terminiert** („timely“) sein.

- unklar terminiert

→ „Das Produkt soll **schnellstmöglich** marktreif sein.“

- klar terminiert

→ „**Beginn** der Serienfertigung ist am **01.07.2028**.“

- Hinweis: Eindeutige Terminvorgaben sind auch notwendig, um Kosten belastbar abzuschätzen: Wie viel Personal wird benötigt? Sind Überstunden notwendig? Ist zusätzlich externe Unterstützung notwendig?



Ziele formulieren: Anforderungen an Ziele

- **S**pecific: Die Ziele drücken exakt das aus, was erreicht werden soll. nicht: vage und allgemein
- **M**easurable: Die Zielerreichung kann gemessen werden.
  nicht: interpretieren
- **A**ttractive: Die Ziele sind positiv formuliert.
  nicht: "…vermeiden…“
- **R**ealistic: Die Ziele sind realistisch formuliert.
  nicht: unerreichbar
- **T**imely: Es gibt einen Endtermin.
  nicht: "open end"



Nur wer sein Ziel kennt, findet den Weg. [Lao Tse]

Ziele formulieren: Anforderungen an Ziele

Beispiel:

- „Die Emission von CO_2-Äquivalenten in Deutschland soll vermieden werden“

→Diese Zielformulierung ist vage, nicht messbar, nicht terminiert und nicht attraktiv formuliert.

→Eine Aussage darüber, ob die Zielformulierung realistisch ist, kann nicht getroffen werden.

- „Zur **Erhaltung unserer Umwelt** soll die Emission von CO_2-Äquivalenten in Deutschland **um 70% reduziert** werden.

→Diese Zielformulierung ist nun **eindeutig** und **attraktiv**, allerdings fehlen die Referenz für die Messung und die Terminierung.

→Eine Aussage darüber, ob die Zielformulierung realistisch ist, kann daher weiterhin nicht getroffen werden.

Ziele formulieren: Anforderungen an Ziele

- „Zur Erhaltung unserer Umwelt soll die Emission von CO_2-Äquivalenten in Deutschland um 70% gegenüber dem Jahr 1990 reduziert werden.

→Diese Zielformulierung ist **eindeutig, attraktiv** und nun auch **messbar.**

- „Zur Erhaltung unserer Umwelt soll die Emission von CO_2-Äquivalenten in Deutschland **bis zum Jahr 2040** um 70% gegenüber dem Jahr 1990 reduziert werden.

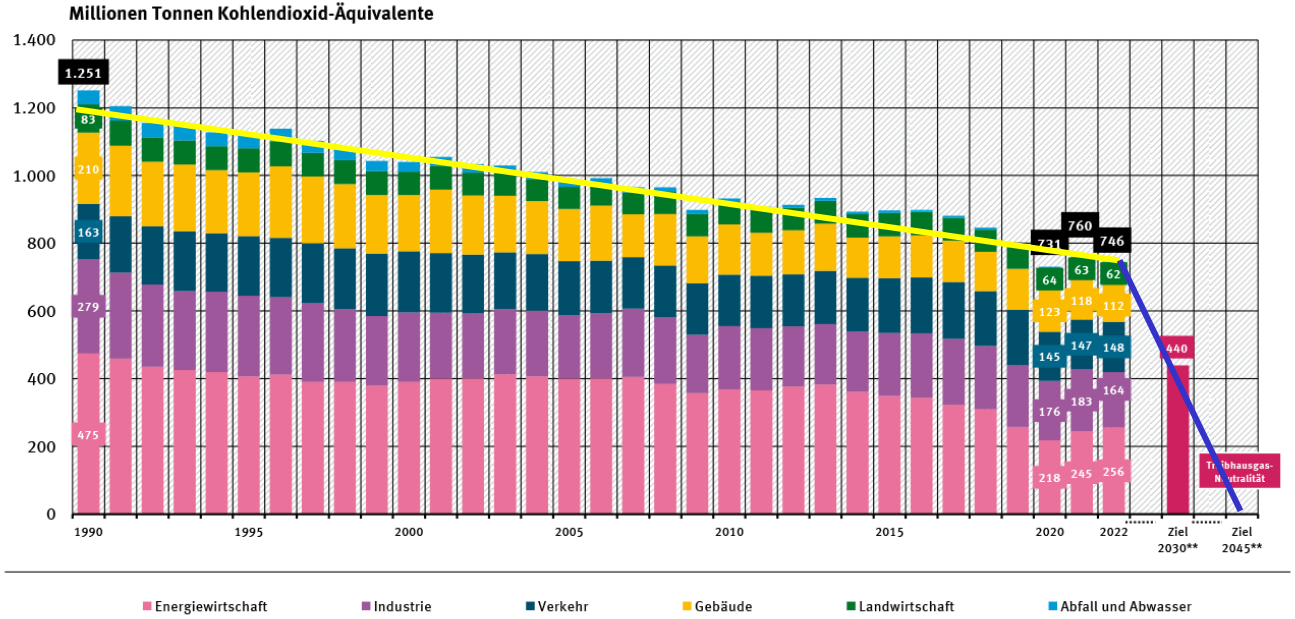
→Diese Zielformulierung ist **eindeutig, messbar, attraktiv** und **terminiert**.

- Bei ihrer persönlichen Einschätzung, ob die Zielformulierung auch realistisch ist, mag vielleicht das nachfolgende Diagramm von Nutzen sein.

Ziele formulieren: Anforderungen an Ziele

- **Klimaschutzplan 2045:**

Emission der von der UN-Klimarahmenkonvention abgedeckten Treibhausgase



Emissionen nach Sektoren des Bundesklimaschutzgesetzes, ohne Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft
* Angepasste Ziele 2030 und 2045: entsprechend der Novelle des Bundes-Klimaschutzgesetzes vom 12.05.2021 inkl. jährliche Anpassungen

Quelle: Umweltbundesamt, Nationale Treibhausgas-Inventare 1990 bis 2021 (Stand 03/2023), für 2022 vorläufige Daten (Stand 15.03.2023)

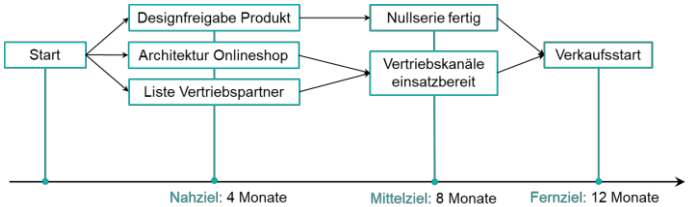
Ziele formulieren: Zielsystem

- Es gibt nicht immer das eine Ziel. Ziele können genau wie die zu lösenden Probleme zerlegt werden.

→ **Die Zerlegung erleichtert die Umsetzbarkeit.**

- Zeitliches Zielsystem:

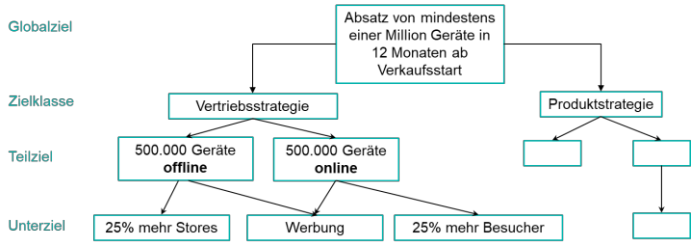
Fernziel – Mittelziel – Nahziel



Beispiel: Markteinführung eines neuen Smartphone

- Hierarchisches Zielsystem:

Globalziel – Zielklassen – Teilziel



Ziele formulieren: Korrelationen im Zielsystem

- **Beziehungen von Zielen**

→ unabhängige Ziele

→ abhängige Ziele – positiv oder negativ korreliert

- **Lösung von Zielkonflikten**

→ Eine rechtzeitig verfügbare, gute (Teil-)Lösung ist meist besser als eine perfekte (Gesamt-)Lösung, die zu spät kommt.

→ Statt der Verfolgung eines einzelnen globalen Fernziels empfiehlt sich die Definition eines Zielsystems:

- **Formulierung von „Muss- und Sollzielen“ in Form von Randbedingungen und Gütekriterien.**

→ Dadurch wird die Erfüllung eines zuvor formulierten Zielsystems als Ganzes messbar gemacht und in Teilen priorisiert.

Ziele formulieren: Zielsystem

- **Randbedingungen**

→ Randbedingungen sind „Muss-Ziele“ und Bedingungen, die bei der Lösung eines Problems eingehalten werden müssen.
→ Nicht eingehaltene Randbedingungen stellen ein Scheitern der Problemlösung dar.
→ Randbedingungen werden binär mit 0 (nicht erfüllt) oder 1 (erfüllt) bewertet.

- **Gütekriterien**

→ Gütekriterien sind „Kann-Ziele“ und sollen bei einer Problemlösung maximiert werden.
→ Gütekriterien legen die Qualität einer Lösung fest und sind in der Regel analog (0 bis 1 = „wenig erfüllt“ bis „voll erfüllt“)
→ Eine zusätzliche Gewichtung ist möglich (0 bis 1 = „wenig wichtig“ bis „sehr wichtig“)

Ziele formulieren: Zielsystem – Güte

- Gütefunktion:

$$ZE = \left\{ \sum_{i=0}^{n} g_i \cdot G_i \right\} \cdot \prod_{j=0}^{m} R_j$$

ZE:	Zielerreichung (analog 0 bis 1)
G:	Gütekriterien (analog 0 bis 1),
g:	Gewichte (analog 0 bis 1),
R:	Randbedingungen (binär 0 oder 1)
n:	Anzahl Gütekriterien
m:	Anzahl Randbedingungen

- Die Erfüllung der **Randbedingungen** ist von großer Wirkung. Nur, wenn alle Randbedingungen erfüllt sind, wird das Ziel erreicht („K.O.-Kriterium“; ZE = 0).

→ Auf die Formulierung von vielen Randbedingungen sollte zugunsten von gewichteten Gütekriterien verzichtet werden.

Ziele formulieren: Zielsystem – Güte

- Beispiel „Markteinführung eines neuen Smartphones"

Randbedingung
Der Verkaufsstart könnte als Randbedingung formuliert werden. Das wäre zum Beispiel der Fall, wenn das Weihnachtsgeschäft „mitgenommen“ werden soll.

Gütekriterien	**Gewicht**	**Wert**	
Gewinn pro Einheit	0,35	Gewinn ≥ 100 €	1
		100 € > Gewinn ≥ 80 €	0,5
		Gewinn < 50 €	0
Verkaufte Stückzahl n	0,35	n ≥ 1.000.000	1
		1.000.000 > n ≥ 900.000	0,5
		n < 800.000	0
davon online	0,15	n ≥ 500.000	1
		sonst	0,5
davon offline	0,15	n ≥ 500.000	1
		sonst	0,5

Ziele formulieren: Zielsystem – Güte

- Beispiel „Markteinführung eines neuen Smartphones"

→ Das neue Smartphone wurde pünktlich in den Markt eingeführt. Die Entwicklungs- und Produktionskosten waren inflationsbedingt etwas höher als erwartet, so dass je verkaufter Einheit ein Gewinn von 88€ erwirtschaftet wurde.

→ Nach 12 Monaten waren 1.100.000 Einheiten verkauft. Während im Onlinevertrieb 750.000 Einheiten abgesetzt wurden, blieb der „offline"-Handel mit 350.000 Einheiten hinter den Erwartungen zurück.

$$ZE = \left\{\sum_{i=0}^{n} g_i \cdot G_i\right\} \cdot \prod_{j=0}^{m} R_j = (0{,}35 \cdot \left(0{,}5 + \frac{8€ \cdot (1 - 0{,}5)}{(100 - 80)€}\right) + 0{,}35 \cdot 1 + 0{,}15 \cdot 1 + 0{,}15 \cdot 0{,}5) \cdot 1$$

$$ZE = 0{,}82$$

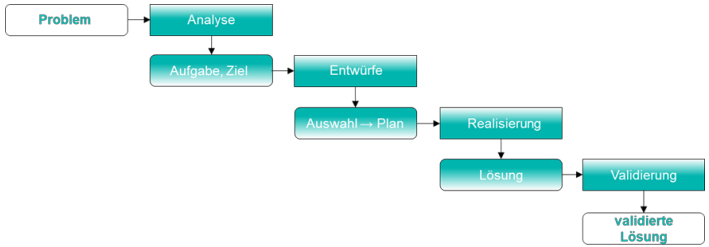
→ Verkaufsstart verpasst:

$$ZE = 0{,}35 \cdot \left(0{,}5 + \frac{8€ \cdot (1 - 0{,}5)}{(100 - 80)€}\right) + 0{,}35 \cdot 1 + 0{,}15 \cdot 1 + 0{,}15 \cdot 0{,}5) \cdot 0 = 0$$

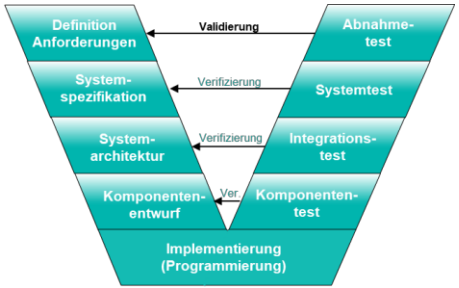
Vorgehensmodelle bei der Produktentwicklung (Grundtypen)

→ **klassisch sequenziell:**

Wasserfall

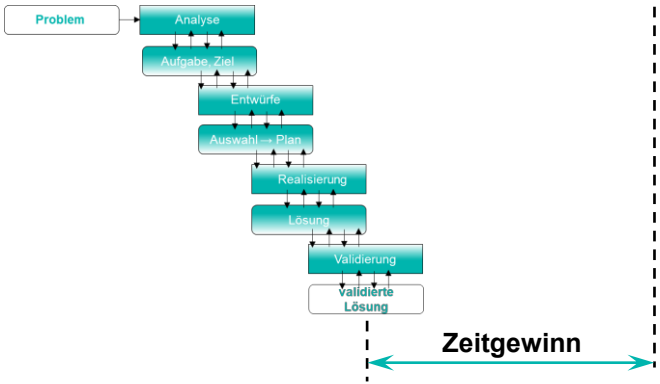


V-Modell



→ **klassisch überlappend:**

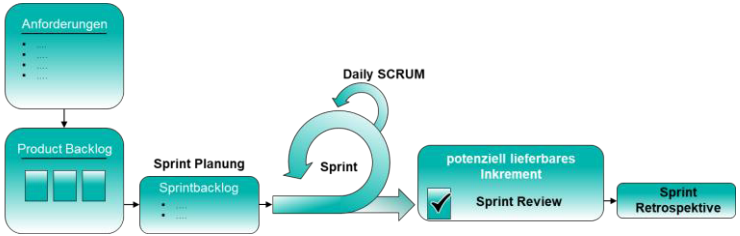
Simultaneous Engineering



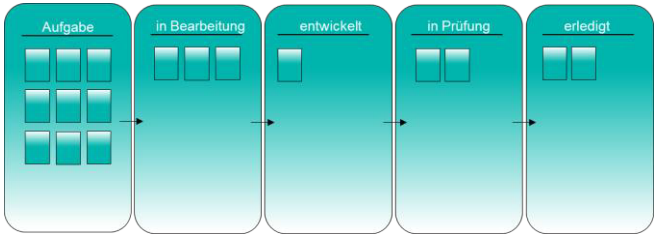
Vorgehensmodelle bei der Produktentwicklung

→ **agil iterativ / inkrementell**

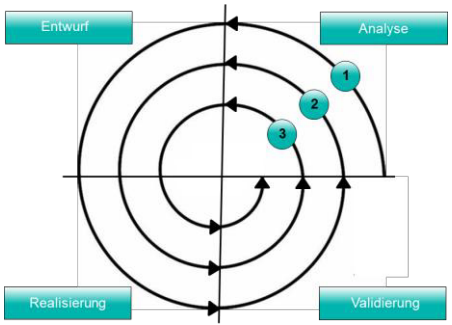
Scrum



Kanban



Spiralmodell



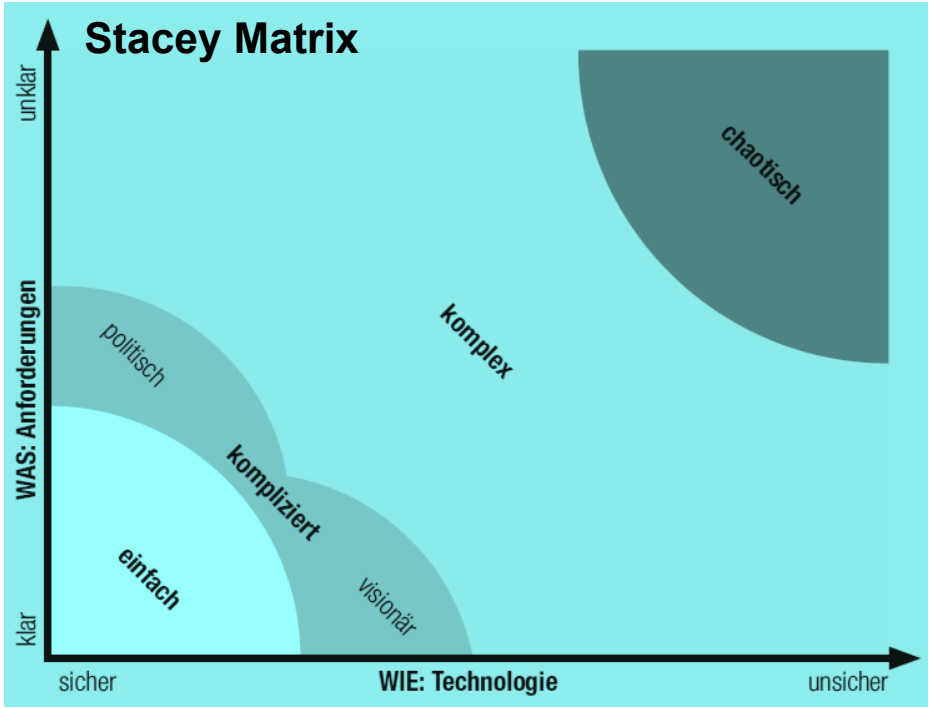
Vorgehensmodelle bei der Produktentwicklung

- Entscheidungshilfe (1)

Modell	Stärke	Nachteil
Wasserfall	klare Phasen und Entscheidungen	geringe Reaktionsfähigkeit
V-Modell	systematische Verifizierung und Validierung	hoher Spezifikations- und Prüfaufwand
Simultaneous Engineering	kurze Entwicklungszeit	hoher Abstimmungs- und möglicherweise hoher Änderungsaufwand
Spiralmodell	risikoorientierte Iteration	hoher Aufwand für wiederholte Risikoanalysen und Prototypen
Scrum	Frühe Inkremente / schnelles Feedback	setzt ein eigenverantwortliches Team und zeitnahe Entscheidungen voraus
Kanban	Transparenter Arbeitsfluss und flexible Priorisierung	Für klar terminierte Projekte weniger geeignet

Vorgehensmodelle bei der Produktentwicklung

- Entscheidungshilfe (2)



Quelle: Kuster et. Al. „Handbuch Projektmanagement“

- einfach: bekannte Technik, klare und stabile Anforderungen

→klassische Modelle

- kompliziert: Fachwissen nötig, aber beherrschbar:

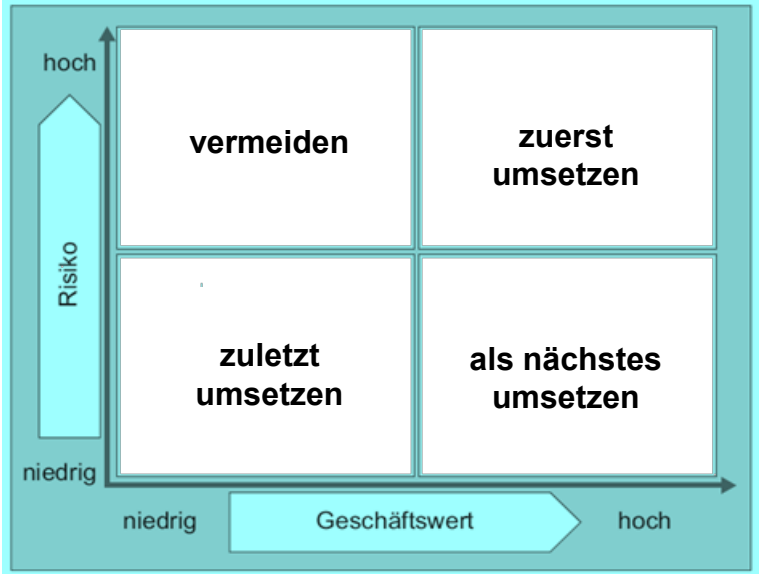
→klassische Modelle gegebenenfalls mit agilen Anteilen (=hybrid)

- komplex: Anforderungen und Technik unsicher

→agile Modelle

- chaotisch: erst strukturieren und stabilisieren, dann Auswahl

Priorisierung der Bearbeitungsreihenfolge im agilen Framework



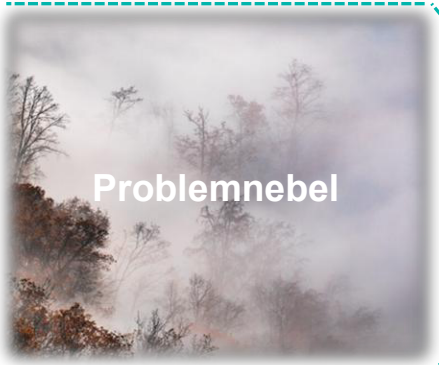
Quelle: Kuster et. Al. „Handbuch Projektmanagement“

- Durch die prioritäre Umsetzung von Anforderungen („user stories“) mit einem hohen Nutzen und hohen Risiken werden die relevanten „pain points“ am Anfang des Projektes adressiert.

→ Dies hilft dabei, sich gerade am Anfang mit den schwierigen Herausforderungen auseinanderzusetzen und diese nicht auf einen späteren Projektzeitpunkt, beziehungsweise auf der Zeitachse hinauszuschieben.

Das Vorgehen zusammengefasst:

- **Produktplanung und –entwicklung sind Problemlösungsprozesse. Problemlösung funktioniert nicht ohne Ziel.**

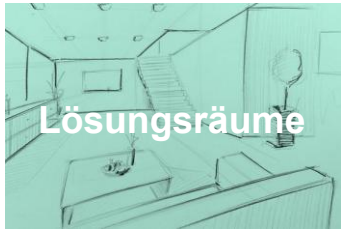




Zielsystem

Teilziel	Variable	Kriterium







Teamaufgabe 2

Ein Fahrzeughersteller möchte ein neues Elektrofahrzeug für Berufspendlerinnen und Berufspendler im ländlichen Raum entwickeln. Die Zielgruppe fährt werktäglich etwa 60 bis 100 km. Viele Nutzerinnen und Nutzer können zu Hause laden, erwarten jedoch auch längere Fahrten am Wochenende. Das Fahrzeug soll bezahlbar, ressourcenschonend und spätestens im Jahr 2030 marktreif sein.

- Bearbeiten Sie folgende Aufgaben:

→ Beschreiben Sie das zu lösende Problem.
→ Trennen Sie dabei zwischen Mobilitätsbedarf, bestehenden Problemen heutiger Elektrofahrzeuge und möglichen technischen Lösungen.
→ Formulieren Sie ein SMARTes Globalziel für die Produktentwicklung.
→ Leiten Sie daraus drei technische Teilziele ab.
→ Stellen Sie mindestens einen Zielkonflikt zwischen zwei Teilzielen dar und erläutern Sie diesen.
→ Formulieren Sie zwei Randbedingungen und drei Gütekriterien. Gewichten Sie die Gütekriterien und begründen Sie Ihre Gewichtung.
→ Schlagen Sie ein geeignetes Vorgehensmodell für die weitere Produktentwicklung vor. Begründen Sie, welche Teile klassisch, iterativ oder hybrid bearbeitet werden sollten.

- Hinweise: Denken Sie nicht nur an die Batterie. Berücksichtigen Sie beispielsweise Fahrzeugmasse, Ladeleistung, Batterielebensdauer, Reparierbarkeit, Kosten und Ressourcenbedarf. Treffen Sie begründete Annahmen, wenn Angaben fehlen. Kennzeichnen Sie gegebenenfalls Fakten, Annahmen und eigene Bewertungen. Verwenden Sie mindestens drei belastbare Quellen. Umfang: maximal drei DIN-A4-Seiten.

Literatur

Zur Vertiefung und Selbststudium wird empfohlen:

VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE	Produktplanung Ablauf, Begriffe und Organisation	VDI 2220

Stand: Mai 1980

VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE	Entwicklung technischer Produkte und Systeme Modell der Produktentwicklung Design of technical products and systems Model of product design	VDI 2221 Blatt 1 / Part 1 **Ausg. deutsch/englisch** **Issue German/English**

Stand: November 2019

VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE	Entwicklung technischer Produkte und Systeme Gestaltung individueller Produktentwicklungsprozesse Design of technical products and systems Configuration of individual product design processes	VDI 2221 Blatt 2 / Part 2 **Ausg. deutsch/englisch** **Issue German/English**

Stand: November 2019

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit.



Fachhochschule Aachen
Campus Jülich
Heinrich-Mußmann-Strasse 1
52348 Jülich
E-Mail valder@fh-aachen.de