

4 Planung und Realisierung

4.1 Vorgehensweise bei Einführung und Ausbau der erneuerbaren Energie

Adolf Feizlmayr

Ziel

Im Pariser Abkommen vom Dezember 2015 hat sich die Staatengemeinschaft verpflichtet, die Erderwärmung auf maximal 2 Grad zu beschränken, indem sie die Netto-Treibhausgasemissionen drastisch reduziert.

Wie auf der CERAAweek im März 2018 festgestellt wurde, sieht der Status Quo wie folgt aus: Die fossilen Energieträger haben noch immer einen Anteil von 81% an der weltweiten Primärenergieerzeugung. Damit bewegt sich die Erderwärmung in Richtung 4,5 Grad, falls die entsprechenden Bemühungen nicht erheblich intensiviert werden.

Damit wird eine weltweite Energiewende unerlässlich. Diese Energiewende ist eine noch größere Herausforderung als die Digitalisierung.

Maßnahmen

Zur Erreichung dieses Ziels sind im Wesentlichen folgende Maßnahmen nötig:

- Einsparung von Energie durch die Reduzierung des Verbrauchs
- Erhöhung der Energieeffizienz
- Reduzierung und/oder Vermeidung des Einsatzes fossiler Energiequellen durch den erhöhten Einsatz erneuerbarer Energien wie Wasserkraft, Windkraft, Solarenergie, Geothermie und Biomasse
- Abscheidung von CO₂ aus den Rauchgasen fossiler Brennstoffe und Speicherung untertage (Carbon Capture and Storage, CCS)

Umsetzung

Abgesehen von der Einsparung von Energie durch die Reduzierung des Verbrauchs, erfordert die praktische Umsetzung der beschriebenen Maßnahmen im Rahmen der Energiewende die Kreativität und Kompetenz von Ingenieuren.

Dabei ist eine systematische Vorgehensweise unabdingbar, wie sie in der nachfolgenden Grafik dargestellt ist. Nur mit dieser systematischen Vorgehensweise kann eine maßgeschneiderte Lösung auf Basis eines ausgewogenen Energiemixes erarbeitet und umgesetzt werden.

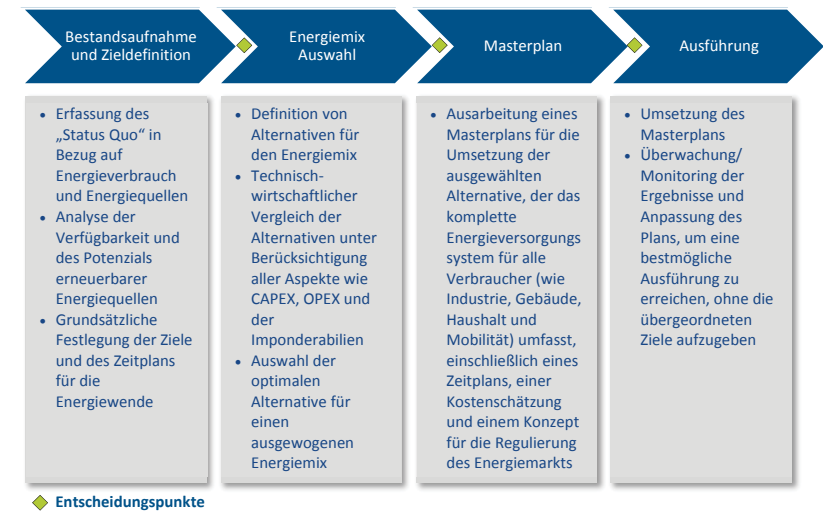


Abb. 4.1.1: Vier-Schritt-Vorgehensweise für die Energiewende | Quelle: A.H. Feizlmayr, ILF

Diese vier Schritte sind der Erfahrung bei der Implementierung von Projekten entlehnt und werden im Folgenden genauer erläutert:

1. Bestandsaufnahme und Zieldefinition

Die Erfassung des Status Quo der bestehenden Energieversorgung bedarf einer starken, lokalen Beteiligung, welche sich aus Bevölkerung, Politik und Industrie zusammensetzt.

Parallel dazu muss das Potenzial an erneuerbarer Energie erfasst werden. Dies ist eine wesentliche Aufgabe für den Energieberater. Die Bewertung des Sonnenpotenzials ist dabei wesentlich einfacher und kostengünstiger als die Bewertung des Windaufkommens.

Das übergeordnete Ziel ist im Wesentlichen durch das Abkommen von Paris definiert. Zur Festlegung der Ziele im Einzelnen samt Zeitschiene ist eine enge Abstimmung zwischen den zuständigen Politikern und dem Energieberater notwendig, um ausgewogene Lösungen zu finden.

2. Energiemix Auswahl

Um den geeigneten Energiemix auszuwählen, müssen zunächst alternative Szenarien definiert werden. Jedes Szenario stellt ein Energiesystem dar, welches jeden Verbraucher einschließlich Industrie, Gebäude, Haushalte und Verkehr einbezieht, gleichermaßen ob er thermische (Wärme) und elektrische Energie (Strom) abnimmt. Die Definition alternativer Szenarien ist eine komplexe Aufgabe, weil sie die Kopplung verschiedener Sektoren erfordert. Das kann nur in einem ganzheitlichen Ansatz geschehen: mit der vollen Kompetenz für Funktion und Einsatzmöglichkeiten aller Energieträger – fossil wie erneuerbar – und unter Verwendung einer geeigneten Modellierungssoftware. Dafür sind Ingenieure gefordert, egal in welcher technischen Disziplin. Zur Bewertung und Vergleich der Alternativen müssen zusätzlich wirtschaftliche, umwelttechnische, soziale und politische Kriterien herangezogen werden.

Die größte Herausforderung bei der Umsetzung der Energiewende nach der hier beschriebenen Vorgehensweise ist die Auswahl eines optimalen Energiemixes. Optimal ist der Energiemix dann, wenn das in Abb. 4.1.2 dargestellte Zieldreieck einer nachhaltigen Energiepolitik gilt.

Die Höhe der Reduktion der Treibhausgasemissionen und damit der Anteil erneuerbarer Energien im Energiemix bestimmt wesentlich die Umweltverträglichkeit.



Abb. 4.1.2: Energiemix | Quelle: Dr. Hans-Wilhelm Schiffer, World Energy Council

Die Höhe der CO₂-Vermeidungskosten der zum Einsatz vorgesehenen Technologien, um die fossilen Energiequellen zu ersetzen, beeinflussen wesentlich die Wirtschaftlichkeit. Das schwankende und un stabile Angebot erneuerbarer Energien wie Sonne und Wind fordern die Versorgungssicherheit heraus. Fossile Energien und Speicher werden genutzt, um die Schwankungen auszugleichen und die Versorgungssicherheit herzustellen. Die Gewährleistung der Versorgungssicherheit schafft Redundanzen und Überkapazitäten, und führt damit zu geringerer Auslastung der Einzelanlagen. Ein funktionierender Energiemarkt reduziert sowohl technisch als auch wirtschaftlich die Ungleichheiten in der Beanspruchung der Anlagen.

Kurzzeitspeicher sind häufig verfügbar. Doch Langzeitspeicher, z.B. aus erneuerbaren Energien erzeugter Wasserstoff, sind dagegen noch rar oder teuer. In diesem Bereich müssen Forschung und Entwicklung noch deutliche Fortschritte machen.

Deshalb lautet eine der entscheidenden Fragen, die bei der Auswahl eines ausgewogenen Energiemixes beantwortet werden muss: Bei welchem Anteil an erneuerbarer Energie ist die Versorgungssicherheit noch gewährleistet und die Energie noch bezahlbar?

3. Masterplan

Die als notwendig erkannten Maßnahmen sollten in einem „Masterplan“ festgehalten werden. Der Masterplan muss nicht nur von der politischen Führung des Landes/der Region einhellig unterstützt, sondern auch von der Wirtschaft und der breiten Öffentlichkeit akzeptiert werden. Um diese breite Akzeptanz zu erreichen, ist es notwendig, den verschiedenen Interessengruppen zu verdeutlichen, dass es jetzt neben den einschlägigen Gesetzen, politischen Manifesten, Leitlinien und Einzelüberlegungen einen umfassenden Plan für die Umsetzung der Energiewende gibt.

Der Masterplan muss transparent, ehrlich, verständlich und überzeugend sein. Er muss öffentlichkeitswirksam gestaltet, mit Nachdruck publik gemacht und mit der Öffentlichkeit diskutiert werden.

Akzeptanz setzt Vertrauen voraus und erfordert auch professionelle Öffentlichkeitsarbeit. Dabei soll auch aufgezeigt werden, mit welchen Konsequenzen zu rechnen ist, wenn der Plan nicht umgesetzt wird.

Der Masterplan soll:

- notwendige Planungssicherheit schaffen, um die entsprechenden Innovationen und Investitionen voranzutreiben
- belastbare Rahmenbedingungen für die lokalen Pläne bereitstellen
- eine klare Grundlage für ein effizientes „Monitoring“ (Soll-Ist-Vergleich) schaffen.

4. Ausführung

Das „Monitoring“ soll helfen, die Implementierung des Masterplans erfolgreich zu steuern. Dazu wird es auch notwendig sein, den Masterplan oder dessen Ziele in periodischen Abständen fortzuschreiben bzw. anzupassen.

Die deutsche Energiewende

Die Umsetzung der Energiewende für ein Land oder eine Region ist eine herausfordernde Aufgabe. Deshalb macht es Sinn, für diesen Zweck die positiven und negativen Erfahrungen zu nutzen, die bisher bei der Energiewende in Deutschland gesammelt worden sind.

Die deutsche Energiewende begann vor 35 Jahren mit ersten Studien. Im Jahr 2002 erreichte sie mit der Entscheidung der Bundesregierung einen Höhepunkt, die deutschen Kernkraftwerke abzuschalten. In 2010 verabschiedete sie dann ein Konzept zur Erzeugung umweltfreundlicher, zuverlässiger und bezahlbarer Energie. In 2017 wurden bereits 38% der elektrischen Energie aus erneuerbaren Quellen erzeugt. Mit 112 GW installierter Leistung überstiegen die erneuerbaren Energien-Kraftwerke die Leistung von Kraftwerken fossiler Energien, welche noch 80 GW betrug. Bis 2030 sollen gemäß des deutschen Masterplans 50% der elektrischen Energien erneuerbaren Quellen entstammen.

Deutschland hat die Energiewende erheblich subventioniert, was zu hohen Kosten für den Endverbraucher geführt hat. Die Massenproduktion von Solarpanelen und Windturbinen ist auf die Innovationskraft der deutschen Energiewende zurückzuführen. Inzwischen sind die spezifischen Kosten für Anlagen der erneuerbaren Energien deutlich gesunken. Diese Entwicklung trägt bedeutsam zum weltweiten Klimaschutz bei. In manchen Regionen in der Welt wie z.B. im Mittleren Osten sind die erneuerbaren Energien bereits wettbewerbsfähig zu fossilen Energien.

Die Implementierung dieser vielfältigen Maßnahmen können durch Dienstleistungen von Deutschen Beratenden Ingenieure erbracht werden.

4.2 Ingenieurdienstleistungen

Andreas Wiese

Der grundsätzliche Ablauf eines erneuerbaren Energieprojektes ist in Abb. 4.2.1 dargestellt. Zu unterscheiden sind drei wesentliche Phasen: Projektentwicklung, Realisierung und Rückbau. Die ersten beiden sind die mit Abstand wichtigsten. Die Projektentwicklung gliedert sich in die Phasen Machbarkeit und Planung, während die Realisierung aus den Phasen Bau und Betrieb besteht.

In allen Phasen erbringt der beratende Ingenieur wesentliche Dienstleistungen, die er entweder alleine oder im Verbund mit anderen Beratern und Projektbeteiligten durchführt. In diesem Beispiel orientieren wir uns weitgehend an den Begriffen und Inhalten, wie sie bei privat finanzierten Projekten auftreten (siehe auch Kap. 5.2 Projektfinanzierung und ingenieurtechnischer Beitrag). Grundsätzlich treten die gleichen oder ähnliche Arbeitspakete aber auch bei rein öffentlich finanzierten oder gemischt öffentlich-privat finanzierten (PPP) Projekten auf. Alle Aktivitäten mit maßgeblicher oder führender Funktion des beratenden Ingenieurs sind in der Abbildung einfarbig blau dargestellt.

In der Phase der Machbarkeit beginnt der Ingenieur mit der Erstellung der Projektidee, die über die Pre-Feasibility-Studie zum ersten vorläufigen Projektkonzept führt. Aus diesem Projektkonzept ergibt sich in der Feasibility-Studie das fertige Projektkonzept. Potenzial- und Bedarfsanalysen können Bestandteile der Feasibility- oder Pre-Feasibility-Studie aber auch separate Arbeitspakete sein.

Erst wenn durch die Feasibility-Studie die grundsätzliche Machbarkeit des Projektes nachgewiesen ist, werden die weiteren Ingenieurdienstleistungen im Rahmen des Planungsprozesses initiiert. Dazu zählt die ingenieurtechnische Planung selbst als wesentliche Grundlage der Ausschreibung der Gewerke, Komponenten oder des schlüsselfertigen Gesamtgewerkes als EPC (Engineering, Procurement, Construction). Dieser Ausschreibung schließen sich Angebotsauswertung, Vertragsverhandlung und Vergabe an. Bei Projekten mit Finanzierungen erfolgt die Vergabe üblicherweise zunächst unter dem Vorbehalt der Zustimmung der finanzierenden Banken.

Üblicherweise beginnt die Genehmigung mit einer gewissen Zeitverzögerung nach dem Planungsbeginn und ist irgendwann rechtzeitig vor dem so genannten Financial Close abgeschlossen (Definition des Financial Close, siehe Kap. 5.2).

Während dieser gesamten Planungsphase erfolgt darüber hinaus die Zusammenstellung der Finanzierung, für die der ingenieurtechnische Berater ebenfalls wichtigen Input liefert (Kostenangaben, Ertragsdaten, Risikoabschätzungen etc.).

Nach dieser Finanzierungszusammenstellung wird eine Due Diligence Prüfung beauftragt und durchgeführt. Der Ingenieur konzentriert sich dabei auf die so genannte technische Due Diligence, während weitere Themen wie Steuern, Legal etc. von anderen Spezialisten

geprüft werden. Diese Due-Diligence-Studien werden von unabhängigen, von den Banken mandatierten Beratern, durchgeführt. Sind diese mit einem positiven Ergebnis abgeschlossen, können die finanzierenden Banken und die Eigenkapitalgeber gemeinsam über den Financial Close entscheiden.

In der Implementierungsphase werden die wesentlichen Aufgaben des ingenieurtechnischen Beraters auf der Baustelle erledigt – zwecks Bau- und Inbetriebnahme-Überwachung sowie im Rahmen der Fertigungskontrolle (Werksabnahmen, Qualitätskontrolle, etc.) auch in den Fabriken und Werkshallen der Hersteller. Diese Überwachung ist üblicherweise durch permanente Präsenz auf der Baustelle und punktuelle Inspektionen in den Fabriken gekennzeichnet. Eine wichtige Teilaufgabe in dieser Phase sind auch die Prüfung und Genehmigung des Designs und des oder der Kontraktoren bzw. Lieferanten. Ab der Einbeziehung der Lieferanten bzw. Kontraktoren in das Projekt fallen weitere erhebliche Ingenieurdienstleistungen bei diesen Projektbeteiligten an: im Zuge der Angebotserstellung, des Detail-Designs und des eigentlichen Baus, der Montage und der Inbetriebnahme.

Üblicherweise wird der so genannte Lender's Engineer auch nach der Due-Diligence-Erstellung weiter beauftragt und überwacht begleitend Bau und Inbetriebnahme im Auftrag der Banken. Nach erfolgreichem Probebetrieb, dem Ende der Bauphase, beginnt die Betriebsphase, der wirtschaftliche Dauerbetrieb der Anlage. Ingenieure sind hier auf verschiedenen Seiten sowohl in der eigentlichen Durchführung, als auch in der Überwachung des Betriebes beteiligt – beim Betreiber, beim Kontraktor, beim Eigentümer und bei den Banken. Üblich ist immer die kontinuierliche Überwachung oder das diskontinuierliche Monitoring des Anlagenbetriebs – zunächst zu Beginn mit dem Ziel der Vergabe des Preliminary Acceptance Certificates und dann während der Garantzeit bis zur Vergabe des Final Acceptance Certificates. Auch darüber hinaus ist der Ingenieur an verschiedenen Stellen im Betrieb und Wartung (Operation and Maintenance, O&M) involviert. Darüber hinaus werden in dieser Phase oft Modernisierungsmaßnahmen, Rehabilitierungen oder sonstige Verbesserungen des Betriebs durchgeführt, bei denen der Ingenieur maßgeblich beteiligt ist.

Grundsätzlich gehört zu einem nachhaltigen Projekttablauf auch der Rückbau, d.h. der Abriss der Anlage und die Umwandlung der genutzten Fläche in Naturfläche, oder aber eine andere wirtschaftliche Nutzung derselben.

Durch den gesamten Projektzyklus zieht sich die Öffentlichkeitsarbeit, verbunden mit akzeptanzsteigernden Maßnahmen. Auch hier ist der ingenieurtechnische Berater gefragt, z.B. als Vermittler von technischen Sachverhalten oder mit seinem technischen Sachverstand bei Ideenentwicklung, Planung, Genehmigung und Umsetzung von akzeptanzsteigernden Maßnahmen, die mit der Technik verbunden sind.

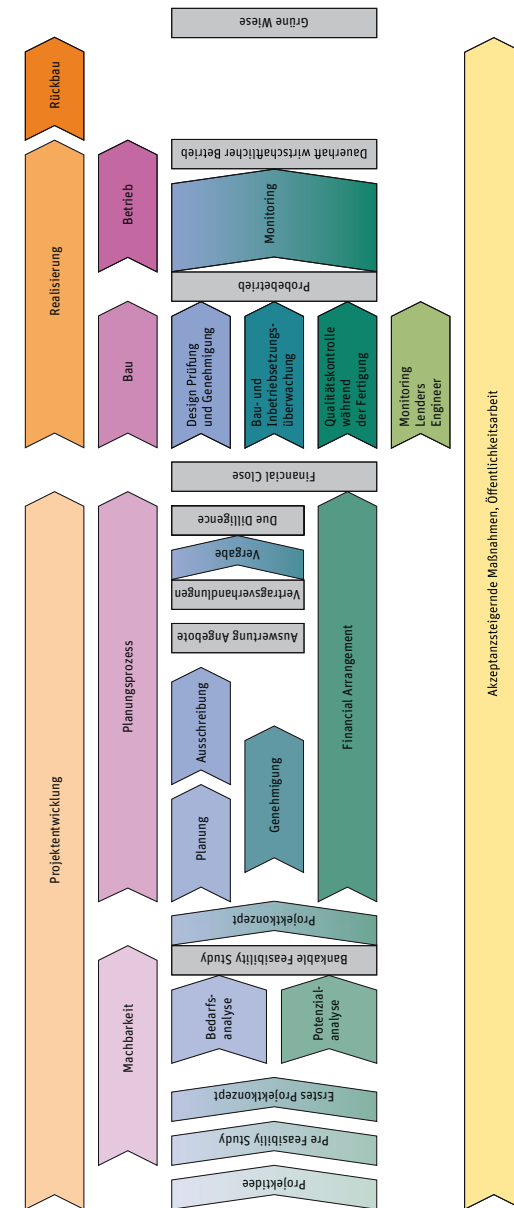


Abb. 4.2.1: Schematische Darstellung des Projekttablaufs | Quelle: VBI

4.3 Potenzialanalyse erneuerbare Energien

Andreas Wiese

Wesentlicher Bestandteil jeder Planung eines Projekts im Bereich der erneuerbaren Energien ist die Analyse des verfügbaren Potenzials. Dies gilt für alle verschiedenen Ressourcenarten: Globalstrahlung für die Photovoltaik, Direktstrahlung für solarthermische Kraftwerke, Windgeschwindigkeit und damit die im Wind enthaltene Energie für Windparks, Biomasse für Holz(heiz)kraftwerke oder als Grundlage für die Biogas- und Biotreibstoffherzeugung, nutzbare geothermische Wärme für Geothermiekraftwerke oder geothermale Wärmepumpen, schließlich für Wassermenge und Fallhöhe zum Antrieb von Wasserkraftwerken. Im Vergleich zu konventionellen Anlagen, die fossile Energien, also Öl, Gas oder Kohle, nutzen, wird für den Analyseteil des Planungs- bzw. Projektentwicklungsprozesses bei erneuerbaren Energieanlagen vergleichsweise großer Aufwand betrieben. Grund ist eine wesentliche Eigenschaft der wichtigsten erneuerbaren Energien Wind, Solarstrahlung, und – in eingeschränktem Sinne – auch Biomasse, Geothermie und Wasser: Sie liegen im Gegensatz zu den fossilen Energien in der Regel nicht konzentriert und speicherbar vor, sondern großflächig verteilt und teilweise zeitlich fluktuierend.

Für Biomasse gilt dies nur eingeschränkt, weil sie nach Ernte bzw. Sammlung und Vorbehandlung konzentriert und speicherbar in ähnlicher Qualität vorliegt wie fossile Energieträger. Bei der Geothermie kann man zumindest so genannte Hochenthalpie-Lagerstätten (Lagerstätten mit mehreren hundert Grad heißem Wasser, bzw. Dampf in wenigen hundert Metern Tiefe) als Energievorkommen mit konzentrierter, hoher Energiedichte bezeichnen.

Die Fluktuationen der anderen genannten erneuerbaren Energienressourcen haben einen stochastischen und einen deterministischen Anteil (saisonal und tageszeitlich, manchmal sogar mehrjährig deterministisch – z.B. der El-Niño-Effekt). Das Verhältnis der deterministischen und stochastischen Anteile zueinander ist abhängig von der Ressource – bei Sonne mehr als bei Wind – und vom Standort: An Küstenwindstandorten finden wir beispielsweise häufig deutlichere Tageszeitgänge vor als an Standorten im flachen Binnenland.

Der Genauigkeitsgrad der Potenzialanalyse hängt von der jeweiligen Projektphase ab: Im Rahmen der ersten Konzeptidee reichen Schätzungen über jahresmittlere Windgeschwindigkeiten oder Globalstrahlungen, gewonnen aus historischen Daten von nahegelegenen Wetterstationen oder aus Literaturquellen. Für eine Machbarkeitsstudie als Grundlage einer Projektfinanzierung sind dagegen eine oder mehrere unabhängige zertifizierte Wind- und Solargutachten notwendig, deren Basis – zumindest bei Wind – mindestens einjährige Messungen am Standort sind.

Bei der Potenzialanalyse unterscheidet man im Wesentlichen:

- Erhebung des Potenzials in der Fläche: Ressourcenpotenzialkarten wie Wind und Solarkarten, oder Biomasse-Potenzialerhebungen;
- Energieertragsgutachten an konkreten Standorten.

Ressourcenpotenzialkarten

Am Anfang der Potenzialanalyse der erneuerbaren Energien in einem Land, einer Region oder Kommune stehen zunächst nur punktuell historische Daten über die Ressourcen zur Verfügung. Diese können z.B. für Wind- und Solarstrahlung von Wetterstationen kommen. Andere Möglichkeiten sind statistische Ämter, Landwirtschaftskammern oder Forstämter, die Informationen über das grundsätzlich verfügbare nachwachsende Biomassepotenzial an Holz, landwirtschaftlichen Abfällen wie Stroh, Bagasse aus der Zuckerproduktion oder ähnliches, oder Statistiken von städtischen Einrichtungen über das biogene Abfallaufkommen bereitstellen können. Bei der Geothermie sind es häufig Daten von Bohrungen für andere Zwecke (z.B. Kohlenwasserstoffexploration), welche die Bedingungen in der Tiefe erfasst haben.

Für eine erste Analyse in der betrachteten Region werden diese Potenziale üblicherweise kartographiert. Oft werden sie heutzutage mit einem so genannten Geographical Information System (GIS) verarbeitet und visualisiert. Dabei werden vor allem für die Erstellung von Wind- und Solarkarten, also für fluktuierende Energieträger, teilweise sehr

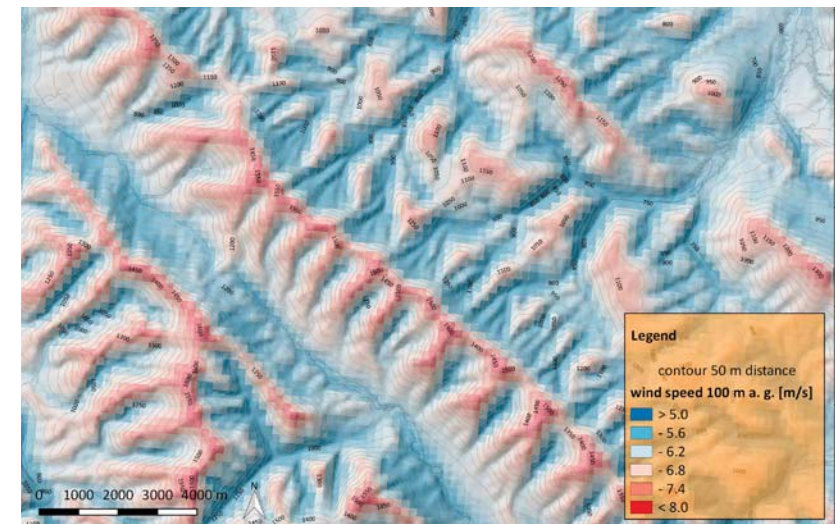


Abb. 4.3.1: Beispiel für eine Windgeschwindigkeitsverteilung bezogen auf 50 m über Grund im komplexen Gelände | Quelle: GEONET, Hannover, Germany

komplexe Berechnungsmodelle eingesetzt. So ist für die Erstellung von Windkarten im komplexen Gelände die Anwendung von so genannten mesoskalen Strömungsmodellen notwendig. Bei solchen Modellen wird über den geostrophen Wind, den Wind in mehreren Kilometern Höhe über Grund, zunächst der bodennahe Wind in einem vorgegebenen Raster – z.B. 1 x 1 km – an jedem Gitterpunkt für verschiedene Höhen berechnet. Anschließend kann diese so gewonnene Windinformation mit langjährig gemessenen Windgeschwindigkeiten in Bodennähe abgeglichen werden.

Ertragsgutachten

Im Folgenden sind am Beispiel eines Windgutachtens als Grundlage einer Projektfinanzierung die notwendige Datenbasis und die wesentlichen Arbeitsschritte dargestellt. Das Vorgehen ist auf andere erneuerbare Energienressourcen übertragbar:

Datengrundlage

- Standortdaten: Höhe über Normal Null (wegen Luftdichte und damit Energiegehalt des Windes), Geländerauhigkeit, Topographie
- Messdaten am Standort für mindesten 12 Monate
- Langfristdaten an korrelierbaren Standorten für Langfristkorrelation (in der Nähe des Standortes)
- falls vorhanden: Temperatur, Feuchtigkeit

Leistungsumfang des Windgutachtens:

- Datenvalidierung, Plausibilitätsprüfungen
- Saisonale und tageszeitliche Ganglinien



Coordinate system:	UTM / WGS 84 Zone	Longitude (x): 655426	Latitude (y): 5462421
Landowner:		Elevation ASL: 65m	Tower height: 80m
Manufacturer:	Ammonit	Installation date: 40552	Tower type: Telescope
Site description:	There are fields and some isolated trees around the tower		
Main Sensors:			
	Anemometer #1	Anemometer #2	Anemometer #3
Manufacturer:	Ammonit	Ammonit	Ammonit
Type:	Thies 1st Class	Thies 1st Class	Thies 1st Class
Programmed in logger:	Yes	Yes	Yes
Sensor height (m):	80	78.5	50
Support height (m):	0.75	0.75	0.75
Boom height (m):	79.25	77.75	49.25
Boom orientation (*):	--	310	314
			Anemometer #4
Manufacturer:			Ammonit
Type:			Thies 1st Class
Programmed in logger:			Yes
Sensor height (m):			10
Support height (m):			0.3
Boom height (m):			9.7
Boom orientation (*):			1
Deadband orientation (*):			--
Other Sensors:			
	Vane #1	Vane #2	Thermometer
Manufacturer:	Ammonit	Ammonit	Ammonit
Type:	Thies 1st Class	Thies Compact	Thermo KP
Programmed in logger:	Yes	Yes	Yes
Sensor height (m):	78,6	30,1	10
Support height (m):	0,75	0,9	0,3
Boom height (m):	77,85	29,2	9,7
Boom orientation (*):	130	134	1
Deadband orientation (*):	North	North	--
			Hydrometer
Manufacturer:			Ammonit
Type:			Thermo KP
Programmed in logger:			Yes
Sensor height (m):			10
Support height (m):			0.3
Boom height (m):			9.7
Boom orientation (*):			1
Deadband orientation (*):			--

Abb. 4.3.2: Spezifikation einer Windmessstation (re) und aufgebauete Station (li) | Quelle: Dr. A. Wiese

- Vertikales Windprofil
- Turbulenzanalyse
- Einteilung des Standorts in geeignete Windklassen
- Langfristkorrelation
- Bestimmung der jahresmittleren Windgeschwindigkeit und der Häufigkeitsverteilung der auftretenden Windgeschwindigkeiten, üblicherweise in Form einer Weibullverteilung (Wahrscheinlichkeitsmodellierung)
- Bestimmung des Energieertrages: Probability of Exceedance (PoE) P 50, P 75, P 90

Dabei besagt die Probability of Exceedance (PoE), mit welcher Wahrscheinlichkeit ein bestimmter Jahresenergieertrag erreicht wird: So bedeutet beispielsweise ein P 90- Wert von 100 GWh/a, dass mit einer Wahrscheinlichkeit von 90% am begutachteten Standort mindestens ein Jahresenergieertrag von 100 GWh erreicht wird. Es hängt dann von der Risikobereitschaft der finanzierenden Bank ab, ob sie den P 50, P 75 oder P 90- Wert als Basis der Finanzierungsberechnung heranzieht.

Solche Windgutachten werden üblicherweise von einem nach DIN ISO/IEC 17025: 20051 zertifizierten Gutachter erstellt (Anforderungen an die Kompetenz von Prüflabors, einschließlich durchzuführender Probenahmen).

Wind- und Solarstrahlungs-Messkampagnen

Sowohl bei Ressourcenpotenzialkarten als auch bei Ertragsgutachten, die oft als Grundlage für Finanzierungen dienen, stellen Messkampagnen wichtige ingenieurtechnische Aufgaben dar. Zunächst muss das Messequipment, abhängig ob für Solarstrahlung oder für Wind, bestimmte Qualitätszertifikate bzw. Spezifikationen erfüllen. Das gleiche gilt für die aufgebaute Messstation (ein Beispiel zeigt Abb. 4.3.2). So gilt z.B., dass eine Windmessung idealerweise in Höhe der Nabe der geplanten Windkraftanlage durchgeführt wird, um eine von Banken akzeptierte Windstudie zu erstellen (mindestens in 2/3 der Nabhöhe). Für die Dauer der Messung gilt: je länger, desto besser; mindestens muss jedoch eine komplette saisonale Periode gemessen werden, und es müssen Daten für eine belastbare Langfristkorrelation vorhanden sein.

4.4 Bedarfsanalyse

Andreas Wiese

Ein weiterer wesentlicher Bestandteil der ingenieurtechnischen Planungs- und Auslegungsarbeiten einer Anlage zur Nutzung erneuerbarer Energien ist die Ermittlung des jeweiligen Energiebedarfs bzw. des zukünftigen Verbrauchs oder der Verwendung.

Ganz allgemein ist dabei der Bedarf an Energiedienstleistung zu ermitteln, der mit der Anlage zu erbringen ist: Also der physikalische Nutzeffekt, der Nutzwert oder die Vorteile aus der Kombination von Energie mit energieeffizienter Technologie und/oder mit Maßnahmen, welche die erforderlichen Betriebs-, Instandhaltungs- und Kontrollaktivitäten zur Erbringung der Dienstleistung beinhalten können. Z.B. wird bei der Bedarfsanalyse ermittelt, an wie vielen Tagen ein warmer Raum mit welcher Temperatur bereitgestellt werden, oder zu welchen Zeiten welcher Raum eine bestimmte Helligkeit besitzen soll. Da das Ergebnis nicht direkt für die Auslegung einer energietechnischen Anlage genutzt werden kann, beschränkt sich die Bedarfsanalyse üblicherweise auf eine abschätzende Untersuchung der notwendigen elektrischen, thermischen und/oder mechanischen Energie.

Es gibt Sonderfälle, in denen eine Bedarfsanalyse, so wie oben beschrieben, aufgrund regulatorischer Rahmenbedingungen wegfallen kann. So z.B. in Deutschland bei Anlagen, die elektrische Energie ins Netz einspeisen und gemäß Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) vergütet bekommen. Denn entsprechend dem EEG muss der eingespeiste Strom abgenommen und vergütet werden, unabhängig davon, wie hoch der konkrete Bedarf an elektrischer Energie vor Ort ist.

Bei einer betriebswirtschaftlichen Betrachtung, ohne garantierte Einspeisevergütung, wie auch generell bei einer volkswirtschaftlichen Betrachtung, ist dagegen die Bedarfsanalyse stets elementare Grundlage der Machbarkeit – ohne Bedarf keine Notwendigkeit einer regenerativen Energieanlage.

Bei der Energiebedarfsanalyse ist zunächst zu klären, um welches Objekt es sich handelt und welche Detaillierungstiefe notwendig ist.

So unterscheidet man im Wesentlichen:

- Nationale Energiebedarfsanalysen, die z.B. im Stromsektor eine wichtige Information über die zukünftigen Kraftwerkskapazitäten geben;
- Kommunale Energiebedarfsanalysen, in denen der Energiebedarf in einer Kommune ermittelt wird;
- Standortbezogene Energiebedarfsanalysen, z.B. für einen Industriestandort;
- Anlagebezogene Energiebedarfsanalysen, z.B. für einen ganz bestimmten Prozessschritt in einer Chemieanlage oder einer Maschine in einem Industriepark; Gebäude-

energiebedarfsanalysen, die üblicherweise mit moderner Softwareunterstützung den Bedarf an Raumwärme, Warmwasser und elektrischer Energie in Wohn- und Nichtwohngebäuden ermitteln und worauf hin die Gebäudeheizung, ggf. die KWK-Anlage und der Netzanschluss ausgelegt werden.

Bei allen aufgeführten Arten von Energiebedarfsanalysen ist das Vorgehen grundsätzlich ähnlich:

1. Erfassung der Verbraucher, bzw. Verbrauchergruppen (Art, Anzahl, Lage, etc.)
2. Ermittlung der Höchstlasten je Einzelverbraucher oder einer typischen Verbrauchergruppe
3. Ermittlung des Verbraucherverhaltens, d.h. hier im Wesentlichen die zeitliche Nachfragecharakteristik
4. Ermittlung des Jahresenergiebedarfs je Verbraucher bzw. Verbrauchergruppe
5. Aggregation der Lasten und Verbräuche
6. Verwendung von Gleichzeitigkeitsfaktoren zur Ermittlung der gesamten Höchstlast.

Generell unterscheidet sich das Vorgehen der Bedarfsanalyse bei Projekten der erneuerbaren Energien nicht im Vergleich zu konventionellen. Wichtiges zusätzliches Kriterium ist jedoch die Berücksichtigung der zeitabhängigen Verfügbarkeit der zu nutzenden erneuerbaren Energien in Verbindung mit der Zeitabhängigkeit des Bedarfs.

Im Folgenden sind die wesentlichen Elemente der Datengrundlage aufgelistet, die für die weitere Planung benötigt wird:

- Strom: Jahresstrombedarf, zeitlicher Verlauf, Qualität der elektrischen Energie (technische Verfügbarkeit, Ausfallwahrscheinlichkeit, Spannungs- und Frequenzqualität etc.), Anzahl und Lage der Abnehmer;
- Wärme/Kälte: Jahreswärme-/Jahreskältebedarf, Temperaturniveau, ggf. Druckniveau, zeitlicher Verlauf, Anzahl und Lage der Abnehmer;
- Bei einem typischen Kraftwerksprojekt (Windpark, Wasserkraftanlage, PV-Kraftwerk, CSP-Anlage, thermische erneuerbaren Energieanlage und Geothermie-Anlage zur reinen Stromerzeugung) Reduktion auf: Zu liefernde Leistung, Wie viele Stunden im Jahr ist die Leistung zu liefern (Jahresstrombedarf), Einhaltung vorgegebener Netzstandards;
- Bei thermischen Kraftwerken kommen bei Wärmeauskopplung hinzu: Jahreswärmebedarf, zeitlicher Verlauf.

In der folgenden Textbox ist dies an einem Beispiel der Versorgung einer Industrieanlage verdeutlicht, deren Energieversorgung vollständig von fossilen Brennstoffen auf erneuerbare Energien umgestellt werden soll:

Zunächst ist der Bedarf an elektrischer und thermischer Energie sowie an Leistung zu ermitteln. Ebenfalls zu ermitteln sind die nachgefragte Höchstlast und die gesamte jährlich nachgefragte Energiemenge. Für eine überschlägige Berechnung können Jahresdauerlinien verwendet werden, für eine belastbare ingenieurtechnische Auslegung jedoch Tageslastprofile. Üblicherweise werden Letztere mit dem Bedarf an typischen Tagen z. B. typischer Werktag, Samstag, Sonntag, aufgeteilt nach Sommer und Winter, abgebildet. Daraus können dann für die Auslegung der Anlage relevante Parameter ermittelt werden. Diese können sein (je für thermisch und elektrisch): Höchstlast, Jahresenergiebedarf, sechs typische Tagesgänge mit Stundenmittelwerten, eine Jahresdauerlinie. Die ermittelten Parameter dienen zunächst zur Entscheidungsfindung, welche erneuerbaren Energieressourcen sinnvollerweise im Energiekonzept überhaupt Verwendung finden und welche nicht. Ist beispielsweise der Energiebedarf im Sommer überdurchschnittlich hoch und der Betrieb arbeitet nur tagsüber, bietet sich eine Teilversorgung mit Photovoltaik eher an als in einer Industrieanlage, die rund um die Uhr läuft und/ oder ihren Energiebedarf mehrheitlich im Winter hat. Die Parameter dienen im Weiteren zur Auslegung der Anlage, und dabei insbesondere zur Ermittlung der Residuallast, also der Last, die verbleibt, wenn die jeweils aktuell verfügbare erneuerbare Leistung von der aktuell nachgefragten Last abgezogen wird. Relevant ist dies insbesondere beim elektrischen Energiebedarf, da elektrische Energie nur teuer gespeichert werden kann und daher immer zeitgleich in Kraftwerken bereitgestellt wird, wenn sie benötigt wird, solange es noch keine wirtschaftlichen Speichermöglichkeiten in ausreichendem Umfang gibt.

Diese Residuallast ist dann entweder durch Bezug elektrischer Energie aus dem Netz zu decken oder lokal durch eine andere Art der elektrischen Energiebereitstellung, die auf der Wandlung eines speicherbaren Energieträgers beruht. Also z.B. ein Blockheizkraftwerk oder eine Gasturbine. In unserem Beispiel, in dem eine Versorgung zu 100% mit erneuerbaren Energien verlangt wird, kann dies z.B. ein Biomassekraftwerk sein, oder ein mit Biogas gespeistes Blockheizkraftwerk.

4.5 Standortwahl und Trassenfindung

Walter Wakolbinger

Besonders in dicht bevölkerten Gebieten, wie z.B. in Deutschland, wird die Trassenfindung für langgezogene Infrastrukturprojekte immer schwieriger. Von der ersten Machbarkeitsstudie über das Planfeststellungsverfahren bis hin zum Bau ist es ein langer Weg. Dabei gilt es, die unterschiedlichen Interessen der beteiligten Akteure unter einen Hut zu bringen – jede Interessensgruppe verfolgt ihre eigenen, meist durchaus nachvollziehbaren und begründeten Ziele. Um all diese Schutzgüter in die richtige Relation zu setzen und daraus dann eine ökonomisch machbare sowie ökologisch vertretbare Trassenführung zu entwickeln, bedarf es einer ausgefeilten Methodik. Damit das Ergebnis von allen Seiten akzeptiert werden kann, muss diese Methodik transparent und nachvollziehbar sein. Für das Projekt SuedLink wurde eine GIS-gestützte Raumwiderstandsanalyse sowie eine Online-Planungsbeteiligungsplattform konzipiert und umgesetzt, die die geschilderten Aspekte berücksichtigt.

Bei der Entwicklung und Auswahl einer geeigneten Route müssen viele unterschiedliche Raumwiderstände berücksichtigt werden. Sie ergeben sich aus den Umweltschutzgütern, der Raum- und Regionalplanung aber auch aus sozialen Aspekten, Naturgefahren, technischer Baubarkeit und bestehender Infrastruktur usw.. Eine Einzelbetrachtung dieser Raumwiderstände ist oft irreführend und verleitet zu falschen Rückschlüssen. Für die ganzheitliche Betrachtung hat ILF Beratende Ingenieure (München) eine GIS-gestützte Korridoranalyse entwickelt, mit welcher der Untersuchungsraum semiautomatisiert strukturiert werden kann.

Kombinierte Raumwiderstandskarte

In vielen Bereichen überlagern sich mehrere Raumwiderstände und teilweise auch bautechnische Widerstandswerte. Es ist daher erforderlich, die sich überlagernden Widerstände miteinander zu kombinieren. Es gibt zwei mögliche Ansätze, die Widerstandswerte der einzelnen Kriterien zu einem Gesamtwert zu kombinieren: Summenbildung bzw. Maximalwertverfahren.

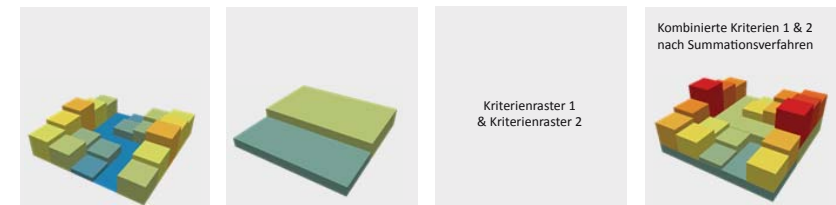


Abb. 4.5.1: Summenbildung von Widerstandswerten | Quelle: ILF

Bei der Summenbildung werden alle sich überlagernden Werte eines Rasterfeldes summiert (siehe Abb. 4.5.1).

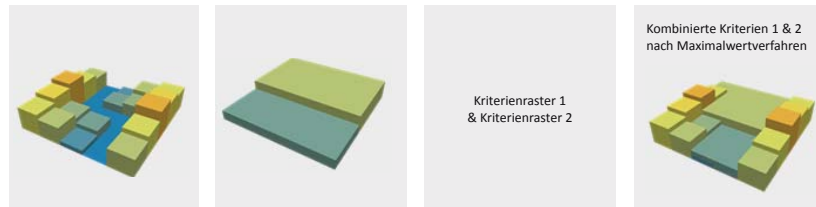


Abb. 4.5.2: Maximalwertverfahren von Widerstandswerten | Quelle: ILF

In Gebieten, in denen viele Einzelkriterien übereinander liegen, z.B. sich mehrfach überlagernde Schutzgebietsausweisungen, wie sie in der Praxis gerade bei Gebieten mit hohen Raumwiderständen durchaus üblich sind, wie z.B. bei Naturschutzgebiet und Natura2000 und raumplanerischem Vorranggebiet, führt das zu sehr hohen Werten. Das hat oft unerwünschte Ergebnisse zur Folge, da der Modellalgorithmus versuchen wird, diese Gebiete übertrieben weiträumig zu umgehen. Dies steht dem Ziel der möglichst kurzen, geradlinigen Korridorbestimmung entgegen.

Beim Maximalwertverfahren wird bei sich überlagernden Widerstandswerten einem Rasterfeld jeweils nur der höchste Wert zugewiesen, d.h. der Widerstandswert des Einzelkriteriums mit dem höchsten Widerstand.

Da die Gruppe der Umwelt- und Raumkriterien und die Gruppe der bautechnischen Kriterien voneinander völlig unabhängige Aspekte des Untersuchungsraumes beschreiben, wird für jede Gruppe gesondert der Maximalwert pro Rasterzelle ermittelt.

Im Anschluss werden die beiden Gruppen über das Maximalwertverfahren kombiniert. Bei einer Kombination über Summenbildung würden sich Werte ergeben, die aus umweltfachlicher und rechtlicher Sicht nicht vertretbar sind.

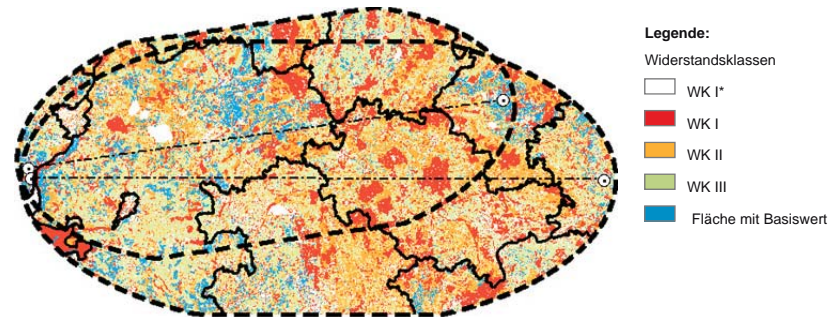


Abb. 4.5.3: Beispiel einer kombinierten Widerstandskarte im Maximalwertverfahren | Quelle: ILF

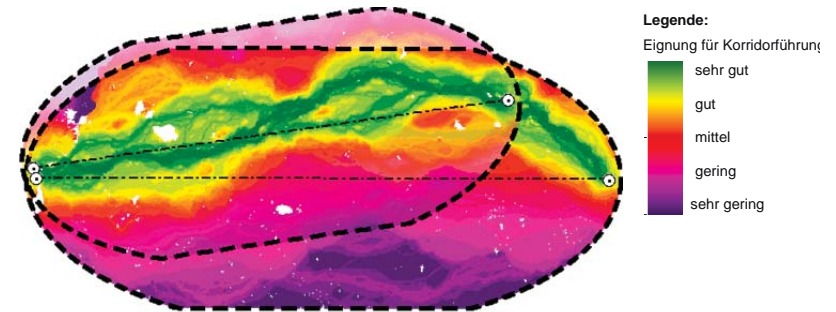


Abb. 4.5.4: Strukturierter Untersuchungsraum | Quelle: ILF

Als Ergebnis entsteht eine kombinierte Widerstandskarte, die sowohl die Widerstandswerte der Umwelt- und Raumkriterien, als auch die der bautechnischen Kriterien vereint.

Strukturierung des Untersuchungsraumes

Die kombinierte Raumwiderstandskarte liefert aber noch immer keine schlüssigen Aussagen über geeignete Grobkorridore. So kann es z.B. günstiger sein, kurze Abschnitte mit hohem Raumwiderstand zu passieren, wenn man dadurch die Korridorlänge verkürzen kann. Um dieses Problem zu lösen, wird ein Widerstands-Entfernungs-Raster für den Gesamtkorridor berechnet. Dabei wird für jede Rasterzellenposition die kürzeste gewichtete Entfernung zum Ausgangspunkt in Abhängigkeit der umgebenden Widerstandswerte bestimmt. Die Bereiche mit den niedrigsten akkumulierten Widerständen (dunkelgrün) sind am besten für die Korridorführung geeignet. Mit steigenden Werten, steigt auch das Konfliktpotenzial für die Korridorführung.

4.6 Projektmanagement

Christopher Vagn Philipsen

In Kapitel 4 des vorliegenden Leitfadens wird detailliert auf die zur Realisierung von erneuerbare Energienprojekten erforderlichen Ingenieurdienstleistungen in den einzelnen Projektphasen (Machbarkeit, Planung, Bau und Betrieb) eingegangen. Insbesondere Abbildung 4.6.1 zeigt dabei die Komplexität der Projektabwicklung über die verschiedenen Projektphasen hinweg.

Die Vielzahl der zur Realisierung eines erneuerbare Energienprojektes erforderlichen Aktivitäten erfordert eine ganzheitliche Herangehensweise, in der die wesentlichen

Projekthalte wie z.B. Anlagentechnik und -kapazität, mögliche Standorte, Genehmigungsfragen, Finanzierung/Förderung/Businessplan, infrastrukturelle Anbindung und Netzanbindung, Umweltaspekte etc. frühzeitig beleuchtet und nachhaltig geklärt werden. Auf dieser Grundlage können die für die weitere erfolgreiche Projektumsetzung erforderlichen Zielvorstellungen und -vorgaben (z.B. hinsichtlich Budget, Fertigstellungstermin, Qualitätsvorgaben, Wirtschaftlichkeit des Betriebes) formuliert werden. Das Projektmanagement bildet dabei die Gesamtheit aller bauherrnseitigen Maßnahmen, die erforderlich sind, diese formulierten Zielvorgaben einzuhalten. Hierzu zählen u.a. der ständige Abgleich zwischen den Soll-Vorgaben und dem jeweiligen Ist-Zustand, das Nachhalten von geschuldeten Leistungen, das Aufzeigen von Lösungsmöglichkeiten bei Zielabweichungen sowie die Vorbereitung und das Treffen relevanter Entscheidungen.

Die einzelnen Leistungen des Projektmanagements orientieren sich dabei am „magischen Dreieck“ der Projektentwicklung, das das Spannungsfeld zwischen der Optimierung von Kosten, Terminen und Qualitäten im Hinblick auf die Erreichung der Projektziele beschreibt.

Die wesentlichen Aspekte bzw. Aufgaben des Projektmanagements ergeben sich daraus für die Handlungsbereiche Qualitäten, Kosten und Termine. Die Optimierung dieser Managementaufgaben erfolgt durch das Schnittstellenmanagement sowie die strukturierte Bearbeitung des Handlungsbereiches Organisation, Koordination, Dokumentation und Information. Weitere essentielle Teilbereiche, auf die nachfolgend jedoch nicht näher eingegangen wird, sind z. B. das Risikomanagement, das BIM-Management (BIM = Building Information Modelling), das Lean Design und Lean Construction Manage-

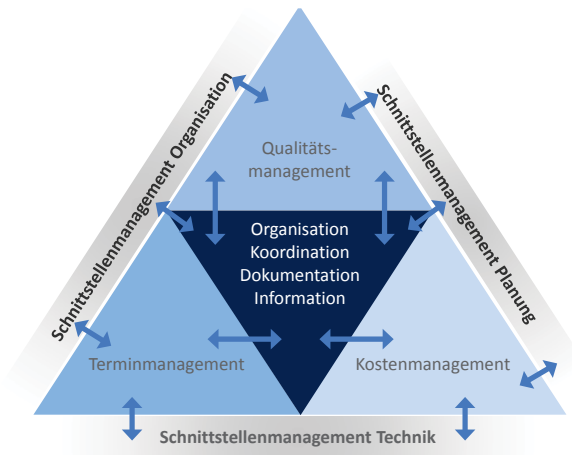


Abb. 4.6.1: Magisches Dreieck der Projektentwicklung | Quelle: Drees&Sommer

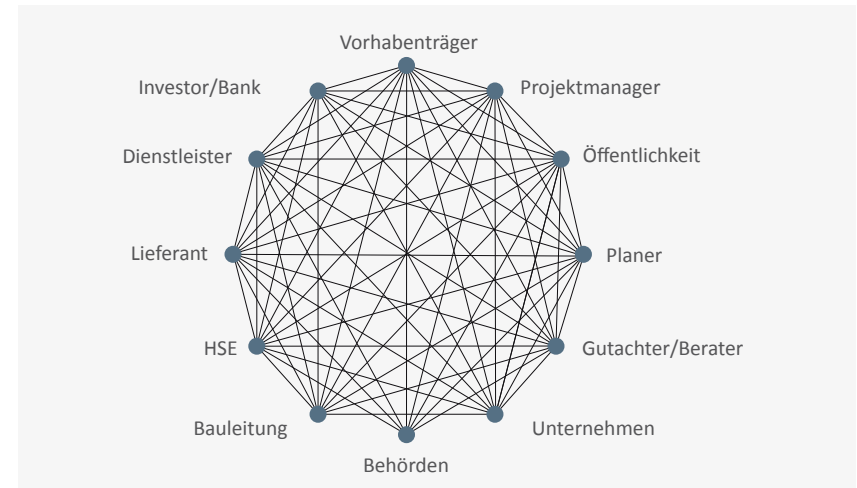


Abb. 4.6.2: Vernetzung der Projektbeteiligten | Quelle: Drees & Sommer | Grafik: RENAC

ment (LDM/LCM), das Genehmigungsmanagement, das Grundstücksmanagement oder die Öffentlichkeitsarbeit.

Die besondere Herausforderung für das Projektmanagement besteht darin, die unterschiedlichen Wünsche und Vorstellungen der an der Planung und am Bau Beteiligten (Auftraggeber, Planer, Berater, Gutachter, ausführende Firmen, Fach- und Genehmigungsbehörden, Öffentlichkeit, etc.) – ggf. auch unter Berücksichtigung unvorhergesehener äußerer Einflüsse – jederzeit so zu koordinieren, dass die Zielvorstellungen des Bauherrn letztlich realisiert werden können. Die entsprechenden personellen Kapazitäten müssen entweder beim Bauherrn selbst vorgehalten oder – sofern dort nicht vorhanden – extern eingekauft werden. Die mit dem Einsatz des Projektmanagements verbundenen Kosten sind naturgemäß abhängig von den Spezifika und Randbedingungen eines konkreten Projektes sowie dem Aufgabenumfang in den einzelnen Handlungsbereichen, sollten jedoch mit einem Ansatz von – je nach Projektgröße und -komplexität – 1 bis 3% im Projektbudget entsprechend berücksichtigt werden.

Organisation / Koordination / Dokumentation / Information

Eine der Hauptaufgaben des Projektmanagements ist der Aufbau einer auf die Projektspezifika ausgerichteten Organisationsstruktur, also der Definition von Entscheidungskompetenzen und –abläufen, Festlegung von Aufgaben, Kompetenzen und Verantwortungen etc., denn durch die Vielzahl an Projektbeteiligten und Stakeholdern ist ein hoher Grad an Vernetzung vorhanden bzw. erforderlich.

Dabei hat es sich insbesondere bei größeren und komplexen Projekten als vorteilhaft erwiesen, bei den Kernfunktionen auf Bauherrnseite eine eigenständige Projektorganisation (Aufbauorganisation) einzurichten, unabhängig von seiner übrigen Organisationsstruktur. So können leichter personelle Kapazitäten sichergestellt und Entscheidungen innerhalb des Projektes besser und schneller getroffen werden. Unterstützt wird die Arbeit des Projektmanagements durch die Aufstellung und Einführung von Prozessen und Standards für die Projektabwicklung (z.B. Besprechungswesen, Entscheidungsfindung, Information der Projektbeteiligten, etc.; Ablauforganisation).

Die abgestimmten Organisationsstrukturen und Prozesse sollten in einem projektspezifischen Organisationshandbuch zusammengestellt werden, das projektbegleitend fortgeschrieben wird.

In diesem Bereich empfiehlt sich der Einsatz eines internet-basierten virtuellen Projekttraumes, so dass sichergestellt, dass alle Beteiligten immer über die aktuellen und für sie wichtigen Informationen verfügen. Gleichzeitig ist das Projektmanagement jederzeit über den aktuellen Status informiert und kann bei eventuellen Abweichungen vom geplanten Ablauf rasch entsprechende Steuerungsmaßnahmen ergreifen.

Kosten und Finanzierung

Das Projektmanagement muss stets die vollständige Erfassung aller Kosteninformationen im Blick haben, d.h. auch die zu den eigentlichen Planungs- und Baukosten anfallenden Zusatzkosten (z.B. Erschließungskosten, Gebühren, Grundstückskosten, Ablösen, Abfindungen/Entschädigungen, etc.).

Bereits zu Projektbeginn ist es dabei unerlässlich, als Grundlage für jegliche Kosten- und Mittelabflussüberwachung sowie für die Vorgabe des Kostenrahmens Strukturkriterien zu definieren. Dann ist für alle Beteiligten transparent, welche Anforderungen z.B. eines Zuwendungsverfahrens oder einer sachenlagenbezogenen Buchhaltung für die Kostenermittlungen gelten und welche Auswertungskriterien später bei den Kostenermittlungen angewendet werden sollen.

Es empfiehlt sich, seitens des Projektmanagements ein projektspezifisches Kostenüberwachungssystem zur Kosten- und Mittelabflussplanung und -überwachung einzusetzen, das auf die kaufmännischen Anforderungen des jeweiligen Projektes (z.B. Finanzierung, Förderung, etc.) zugeschnitten ist. So können z.B. Teilprojektstrukturen bei der Zuordnung von Budget-, Auftrags- und Rechnungsdaten berücksichtigt werden, so dass entsprechende Möglichkeiten zur Auswertung des Datenbestandes gegeben sind.

Terminmanagement

Im Rahmen des Terminmanagements bildet die Terminplanung, die in enger Abstimmung mit den verschiedenen Projektbeteiligten erfolgt, die wesentliche Grundlage für die Überwachung und Steuerung der zeitrelevanten Vorgänge innerhalb der Projektdauer. Eine Anpassung an veränderte Bedingungen muss jederzeit möglich sein. Die Einhaltung der Terminpläne – und dabei insbesondere des „kritischen Pfades“ (d.h. der Gesamtheit der Vorgänge, bei denen eine Verzögerung direkt auf das Enddatum durchschlägt) – muss durch das Projektmanagement genau überwacht werden. Das Projektmanagement erarbeitet bei Abweichungen vom Terminablauf entsprechende Steuerungsmaßnahmen und setzt diese – nach Abstimmung mit dem Bauherrn – durch.

Üblicherweise erfolgt das Terminmanagement auf unterschiedlichen Ebenen:

Meilensteinplan

Der Meilensteinplan bezieht sich auf die gesamte Projektdauer und spiegelt nur die wichtigsten Ereignisse (Meilensteine) wider.

Generalablaufplan

Im Generalablaufplan, der ebenfalls die komplette Projektdauer überspannt, wird der kritische Pfad ebenso dargestellt wie der Kapazitätsrahmen, logistische Einflussgrößen sowie sonstige Randbedingungen.

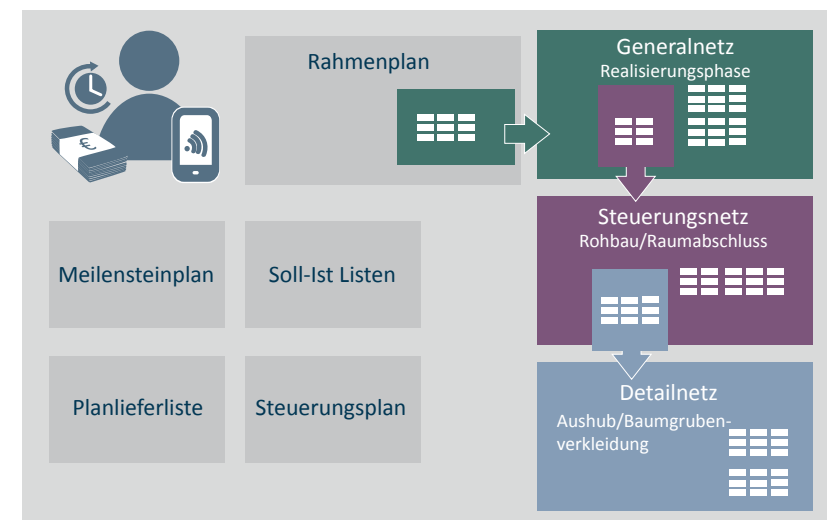


Abb. 4.6.3: Werkzeuge/Elemente des Terminmanagements | Quelle: Drees&Sommer | Abb: RENAC

Grobablaufpläne

Die Grobablaufpläne grenzen die wesentlichen Ecktermine der jeweiligen Hauptphase (z.B. Planung oder Ausführung) ein und enthalten detailliertere Aussagen über die einzelnen Vorgänge, deren Vernetzung und den kritischen Pfad. Sie beinhalten darüber hinaus die Vertragstermine mit den Planern bzw. den ausführenden Firmen.

Die detaillierteste Stufe bilden schließlich die Steuerungsterminpläne, die eine für spezifische Projektphasen erforderliche, sehr genaue Terminplanung und -überwachung ermöglichen.

Für die Terminplanung und -überwachung empfiehlt sich der Einsatz entsprechender spezifischer EDV-Tools. Auch für die Ablaufsteuerung und die Überwachung der Aufgabenerledigung durch die Projektbeteiligten (Open Item List) sollte ein entsprechendes datenbank-basiertes System eingesetzt werden.

Qualitätsmanagement

Qualitätskontrolle beginnt bereits in den frühen Projektphasen (Projektvorbereitung), also bei der Ermittlung und Zusammenstellung der Grundlagendaten sowie der Definition der Projektziele. Das Projektmanagement überprüft dann an definierten Meilensteinen des weiteren Prozesses (Quality Gates) die Planungs- und Ausführungsergebnisse auf Einhaltung der Qualitätsvorgaben.

Die Koordinationsleistungen des Projektmanagements umfassen also nicht nur den zeitlichen Ablauf in Terminplänen oder die Budgetentwicklung, sondern auch eine ganze Reihe von fachlichen Aspekten (z.B. die Andienung der Baustellen, die Verkehrsführung während der Bauzeit, die Vereinbarkeit von unterschiedlichen Bauverfahren oder Bauzuständen an benachbarten Baustellen, die Koordination unterschiedlicher Bauunternehmer/Lieferanten an benachbarten Maßnahmen, usw.).

4.7 Bankable Feasibility Study

Jens Kottsieper, Manfred Watzal

Die Bankable Feasibility Study stellt die Finanzierungswürdigkeit eines Projektes dar. Ziel ist es, eine Gesamtschau des Projektes zu erarbeiten, mit der die Rentabilität für Investoren und die Schuldendeckungsfähigkeit gegenüber Kreditgebern belegt wird.

Damit ist diese Feasibility Study ein wesentlicher Prozessbestandteil der Projektentwicklung. Sie unterscheidet sich von der technischen Machbarkeitsstudie dadurch, dass sie sämtliche Aspekte eines Projektes untersucht, um entsprechende Einkommensströme sicherzustellen und damit eine Finanzierung des Projekts zu ermöglichen.

Die Untersuchung der Notwendigkeit des Projekts, der erforderlichen Ressourcen, des Standortes, der technischen Lösung und schließlich der wirtschaftlichen Tragfähigkeit dient insbesondere der Einschätzung der Risiken bei Errichtung und Betrieb. Die Feasibility Study hat gleichzeitig die Aufgabe, politische Risiken frühzeitig zu erkennen und durch Gegenmaßnahmen abzusichern. Bestandteil der Feasibility Study ist auch ein Finanzmodell, welches die Kapitalstruktur sowie fiskalpolitische Regulierungen im Detail in diese ökonomische Betrachtung einfließen lässt.

Eigentümer der Bankable Feasibility Study ist ein Investor. Der Adressat ist ein Kapitalgeber, häufig eine Bank (daher „bankable“). Ein weiterer Adressat kann auch eine Behörde sein, der die Genehmigungsfähigkeit des Projekts nachzuweisen ist. Der Investor erstellt die Bankable Feasibility Study zunächst für sich selbst, letztlich aber um sie zur Grundlage von Finanzierungsverhandlungen mit interessierten Kapitalgebern oder Banken zu machen, mit dem Ziel, Teile des Projekts mit Fremdkapital zu finanzieren.

Das Interesse der Bank ist es, Einblicke über Markt und Einkommenssicherheit zu erhalten, um die Kreditrückzahlung nicht zu gefährden. Damit liegt ein besonderes Augenmerk auf den Risiken, die aus Errichtung und Betrieb erwachsen können.

Die Bankable Feasibility Study kann Einflüsse relevanter Anreizmechanismen (vergl. Kap. 2.3 Anreizmechanismen) untersuchen, wobei die Vorgabe von Anreizmechanismen beim jeweiligen Staat liegt. Die Untersuchung von Anreizregelungen ist v.a. in regulierten Märkten mit latenter oder fehlender Nachfrage durchzuführen, in denen ein Stimulations- oder Entwicklungsmarketing notwendig ist. Investor, Kapitalgeber oder Bank können nur auf diese Anreize reagieren. Aus den Ergebnissen einer Bankable Feasibility Study kann man allerdings ableiten, inwieweit Preisregelungen oder andere regulatorische Maßnahmen Geschäftsmodelle begünstigen oder behindern bzw. unmöglich machen.

Basiert die betrachtete Einkommensstruktur beispielsweise auf Stromabnahmeverträgen, benötigt die Bank auch Informationen über die Bonität des Abnehmers. Dieser sollte in der Lage sein, das Einkommen über die gesamte Finanzierungsphase zu garantieren. Die Abnahmezusage eines finanzkräftigen Unternehmens bedeutet eine wesentliche Verringerung des Marktrisikos und verbessert somit die Verhandlungsposition des Eigentümers gegenüber der Bank.

Die Bankable Feasibility Study betrachtet eine Projektfinanzierung für den Zeitraum vom Beginn der Projektentwicklung über Planung und Bau bis zum Betriebsende. Dann entspricht die Anlage nicht mehr dem Stand der Technik oder ist im Vergleich zu neueren Anlagen nicht mehr wettbewerbsfähig. Sie wird dann abgerissen oder ersetzt. Die Rückbaukosten sind in der Wirtschaftlichkeitsanalyse somit ebenfalls zu berücksichtigen, schmälern aber die Rendite.

4.8 Energienutzungsplan

Bettina Dittmer

Die deutsche Energiewende zieht international große Aufmerksamkeit auf sich. Klimaschutz, Ressourcenverknappung und der wachsende Bedarf an Strom oder Wärme sind die wesentlichen Treiber der Energiewende. Weil sich die erneuerbare Energietechnologie schnell entwickelt, ist es von großer Bedeutung, dass Regional- und Stadtplanung die Rahmenbedingungen langfristig verlässlich regeln. Ziel sollte ein Entwicklungskonzept sein, welches Regional- und Stadtplanung mit der Planung der regionalen Energie-Infrastruktur vernetzt. Dabei können die zur Verfügung stehenden Ressourcen verknüpft und die Eigenverantwortlichkeit der Region gestärkt werden.

Voraussetzung dafür ist eine klare Festlegung der Prozessabläufe – beginnend mit der Festlegung der Ziele, der Analyse des Status-quo und der Definition des Bedarfs. Dabei gilt es, Klimaschutz, Umwelteinwirkungen und Wirtschaftlichkeit in Einklang zu bringen. Die Betrachtung des gesamten Lebenszyklus jeder einzelnen Maßnahme – von der Erstellung, über die Nutzungszeit bis zum Rückbau einschließlich der Entsorgung und Wiederverwertung – sollte ebenso Teil dieses Prozessablaufs sein. Das Ergebnis einer solchen Untersuchung ist ein maßgeschneidertes Konzept einschließlich einer Umsetzungsstrategie, die in einer Zielvereinbarung zusammengefasst wird. Einen starken Einfluss auf den Erfolg eines Projektes hat die richtige Auswahl von Partizipationsinstrumenten (siehe Kapitel 4.9 Akzeptanzmanagement für internationale Infrastrukturprojekte).

Ein Energienutzungsplan (ENP) kann die Komplexität der Energiewende auf lokaler Ebene – Regionen, Stadtquartiere und Gemeinden – erfolgreich umzusetzen. Dieser übergeordnete Planungsrahmen soll Energieversorgung, -optimierung und Umweltverträglichkeit im Rahmen eines Gesamtkonzepts auf kommunaler Ebene regeln und koordinieren. Voraussetzung dafür sind interdisziplinäre Zusammenarbeit und Integration aller internen (Träger öffentlicher Belange) und externen Beteiligten (Versorger, Bezirksschornsteinfeger, etc.), der politischen Gremien, Fachplaner, Planungsbüros und der Öffentlichkeit. Ein solches Planungsinstrument wird bereits in Deutschland erfolgreich angewendet. Pilotprojekte gibt es ebenfalls in Dänemark, Frankreich, Irland, Japan, Kanada, Österreich, den Niederlanden, Norwegen, Schweiz und den Vereinigten Staaten.

Prozess und Ablauf eines Energienutzungsplans - Definition

In Anlehnung an einen Flächennutzungsplan, der die städtebauliche Entwicklung nach der Art der Bodennutzung definiert, soll der ENP ein ganzheitliches energetisches Konzept für die Umsetzung der Energiewende sowie energetische Planungsziele definieren.

Seine Ziele für Kommunen, Energieversorger, Investoren und Privatpersonen: Energieverbrauch senken, Energieeffizienz steigern und den Einsatz erneuerbarer Energien integrieren.

Der ENP stellt die zukünftige energetische Entwicklung des Quartiers unter Einbeziehung des Bestandes, der zu erwartenden Energieverbräuche und der zukünftigen städtebaulichen Planungen systematisch dar. Aufgabe und Ziel des ENP ist es, alle möglichen zur Verfügung stehenden energetischen Potenziale zu verknüpfen, die regionalen Energiere Ressourcen unter Berücksichtigung der Umweltverträglichkeit zu einem Gesamtkonzept zu bündeln und die Energieziele für die Allgemeinheit transparent zu machen.

Entwicklung eines Energienutzungsplans

Der Planungsprozess lässt sich in vier Phasen gliedern:

Phase 1: Ermittlung der Grundlagen, Voranalyse und Datensammlung

Diese vorbereitende Planungsphase stellt die Grundlage des gesamten Planungs- und Realisierungsprozesses dar. Dazu gehört die Zusammenstellung aller für eine Analyse notwendigen Daten wie Flächennutzungspläne, Flurpläne, Bebauungspläne, Begehungen, Liste des kompletten Gebäudebestandes, aller öffentlichen Liegenschaften, aller Betriebe, genehmigungsbedürftiger Anlagen und die Definition weiterer notwendiger Daten. Ergebnis der ersten Phase ist ein Bearbeitungsraster, vergleichbar einem Flächennutzungsplan.

Phase 2: Bestands- und Potenzialanalyse

In der Bestands- und Potenzialanalyse werden alle energiebezogenen Daten und ihre räumliche Verteilung auf dem zu betrachtenden Gebiet (Gemeinde, Ortsteil, Region) ermittelt und zusammengestellt. Es werden neben dem Energiebedarf des gesamten Gebäudebestandes auch die Infrastruktur der Energienetze und weitere Energiepotenziale erfasst. Bevölkerung und Betriebe werden durch Befragungen mit einbezogen. Ausgehend von der weiteren räumlichen Entwicklung wird die Ist-Analyse durch den zukünftigen Energiebedarf ergänzt. Das Ergebnis dieser Analyse ist eine detaillierte Datensammlung des (auch energetischen) Ist-Bestands des zu untersuchenden Gebietes (siehe Kap. 4.2 Potenzialanalyse erneuerbare Energien und Kap. 4.3 Bedarfsanalyse).



Abb. 4.8.1 Prozessablauf zur Umsetzung eines Energienutzungsplans | Quelle: Dittmer

Phase 3: Konzeptentwicklung

Auf Basis der Ergebnisse von Bestands- und Potenzialanalyse können aus vielen Versorgungskonzepten sinnvolle Varianten und Zukunftsszenarien entwickelt und diese mit den Ergebnissen der Energiebedarfsanalyse und mit der bereits vorhandenen Infrastruktur und Potenzialen für erneuerbare Energien verknüpft werden.

Im Rahmen der Konzeptentwicklung stehen im Fokus: Energieeinsparung, Einsatz erneuerbarer Energien, möglichen Synergien, mögliche Verknüpfung aller zur Verfügung stehenden Ressourcen, Verknüpfung der Energieplanung mit den Stadtplanungsprozessen. Gebiete werden definiert, wo Wärmenetze geeignet bzw. ungeeignet sind und wo es besonderen Handlungsbedarf unter Berücksichtigung interkommunaler Kooperationsmöglichkeiten gibt. Ebenso können auf Basis dieser Analysen Vorschläge zu Sanierungsmaßnahmen und Optionen zur effizienten Wärmeversorgung aufgezeichnet werden. Wesentliche Bestandteile des Konzeptes sind die räumliche Zuordnung der Energiepotenziale sowie Antworten zu Frage zur dezentralen oder zentralen Wärmeversorgung eines Gebietes.

Für eine künftige nachhaltige Siedlungsentwicklung ist eine enge Verzahnung von städtebaulicher Planung und Energienutzungsplanung notwendig. Dafür müssen Sanierungs- und Zukunftsszenarien durchgespielt werden. Die Ergebnisse aus den Analysen, Bilanzen, erarbeiteten Energiekonzepten und Alternativen werden im Energienutzungsplan in Form von Karten und erläuternden Texten zusammengefasst und dargestellt.

Phase 4: Umsetzung und Beschluss des ENP

Die Umsetzung des ENP erfolgt über den Beschluss der Kommune/Stadt und dient als Grundlage für weitere Planungsinstrumente wie Flächennutzungs- und Bebauungspläne sowie städtebauliche Verträge.

Der Erfolg eines ENP steht und fällt auf der ganzen Welt mit seiner Akzeptanz durch die Bevölkerung. Deshalb sollten bereits bei der ersten Idee zur Aufstellung eines ENP

möglichst alle Akteure einbezogen werden. Wesentliche Bausteine in einem solchen Prozess: Pressearbeit, Akteursmanagement, Informationsveranstaltungen, Bürgerforen und Workshops (siehe Kap. 4.9 Akzeptanzmanagement für internationale Infrastrukturprojekte).

Verbesserungspotential gibt es noch rund um den Globus bei der Prüfung der Zielerreichung. Ein begleitendes Monitoring parallel zur Umsetzung wird bisher erst selten vereinbart. Dabei könnte die Kontrolle der Ergebnisse insbesondere für die Fortschreibung der lokalen Klimaschutzziele von entscheidender Bedeutung sein [5].

4.9 Akzeptanzmanagement für internationale Infrastrukturprojekte

Christian Semmler

In Infrastrukturprojekten internationaler Projektentwickler kommt es immer wieder zu Spannungen zwischen Projektleitung, Investoren und lokalen Anspruchsgruppen, weil Einzelaspekte eines Projektes unterschiedlich bewertet werden. Es können Projektverzögerungen entstehen, die Mehrkosten verursachen. Manchmal kommt es zu öffentlichen Auseinandersetzungen, die sich negativ auf das Image der beteiligten Unternehmen auswirken. Solch negative Wirkungen kann eine akzeptanzfördernde Kommunikationsbegleitung vermindern. Folgende Eckpunkte sollten bedacht werden:

Vor-Ort-Präsenz erzeugt Akzeptanz für das Unternehmen

Unternehmen, die mit festen Ansprechpartnern lange Zeit vor Ort sind und somit wichtige Arbeitsbeziehungen vor Projektbeginn etablieren, können Probleme während der Projektlaufzeit leichter lösen.

Beispiel: Ein Gesundheitsunternehmen wollte an einem Auslandsstandort aktiv werden. Vor Projektbeginn etablierte es sich über 2 Jahre in den regionalen Strukturen und gewann Vertrauen. Die Projekte starteten erfolgreich. Unvorhergesehene Widerstände konnten durch tragfähige soziale Kontakte geschmeidig überwunden werden.

Von Projektbeginn an: Stakeholder Analyse

Eine Stakeholder Analyse zu Projektbeginn ermöglicht, Unsicherheiten im Projektverlauf frühzeitig einzuschätzen. Wer weiß, welche Stakeholder im Projektumfeld welchen Einfluss auf den Erfolg des Projekts haben, kann Akzeptanzproblemen frühzeitig gegensteuern. Ratsam sind regelmäßige Neubewertungen im gesamten Projektverlauf.

Die passende Kommunikationsstrategie

Planer, die ihre Kommunikation mit Entscheidungsträgern und Betroffenen vor Ort verbessern möchten, stehen vor der Frage: Welches kommunikative Vorgehen steigert die Akzeptanz des Projekts am besten? Ein Patent-Rezept gibt es leider nicht, denn das kommunikative Design muss zum Projekt passen. Grundsätzlich kann zwischen einseitiger Information (z.B. durch Pressearbeit) und zweiseitiger Dialogkommunikation (z.B. durch Anhörung von Stakeholdern) unterschieden werden. Zwei Beispiele:

- Erste Eindrücke aus einer Untersuchung in Deutschland, der Russischen Föderation und der Ukraine [6] zeigen, dass Bürger in den osteuropäischen Ländern weniger eine aktive Beteiligung, sondern v.a. konsistente Information fordern. Ein Grund für Proteste sei, dass gar nicht oder nur inkonsistent informiert werde. In dieser Situation sollte eine systematische Information der Bürger eine Verbesserung der Akzeptanz bewirken.
- Etwas anders gelagert war ein deutsches Windenergieprojekt. Der Projektleiter: „Wir haben doch während des ganzen Projektes informiert!“ Der Befund: Die Stimmung vor Ort war bereits so aufgeheizt, dass die „Nur-Information“ der Bürger eine weitere Eskalation bewirkte. Vielleicht wäre eine dialogbasierte Kommunikation, die den aktiven Umgang mit den Sorgen der Bürger erlaubt, besser gewesen.

Das richtige Maß an Stakeholder-Involvement finden

Wie sieht das richtige Ausmaß eines Involvements („Einbezug“) von relevanten Stakeholdern im internationalen Umfeld aus?

Dazu ein Exkurs in die Arbeitswelt: In vielen westlichen Ländern hängt eine hohe Mitarbeiterzufriedenheit von der Möglichkeit zur Mitsprache ab. In vielen kollektivistischen Ländern mit einer so genannt hohen Machtdistanz [7] ist es die Regel, dass keine Mitsprache erfolgt und Entscheidungen vom Entscheider alleine getroffen werden. Dies wird von weiten Teilen der Bevölkerung akzeptiert.

Heißt dies, dass in kollektivistischen Ländern gar kein Involvement relevanter Stakeholder bzw. Bürger stattfinden sollte?

Hierzu eine Untersuchung aus der VR-China. Mitarbeiter wurden befragt, wie sehr ihre Arbeitszufriedenheit und Leistung von der Möglichkeit zu Mitsprache abhingen. Dabei zeigte sich, dass – wie zu erwarten – Personen mit einer hohen Machtdistanz keine Mitsprache erwarteten und dennoch mit Ihrer Arbeit zufrieden waren. Ein anderer Teil der Befragten hatte jedoch eine niedrige Machtdistanzerwartung und erwartete eine Mitsprache, die sich auf Arbeitszufriedenheit und Leistung positiv auswirkte. Für Infrastrukturprojekte in kollektivistischen Ländern könnte man ableiten, dass es auch in Ländern mit hoher Machtdistanz Stakeholdergruppen gibt, deren politisch-wirtschaftliche Zufriedenheit von Mitsprachemöglichkeiten abhängt.

Exemplarisch sei auf ein Projekt in Peru verwiesen [8], bei dem es um die Modellierung der zukünftigen Wasserversorgung der Hauptstadt Lima ging. Auch wegen der Vielschichtigkeit der Fragestellung wurde es mit einem beteiligungsorientierten Vorgehen unter Einbezug relevanter Stakeholder wie Ministerien, lokaler Verwaltung, Unternehmen sowie Vertretern aus Forschung und Bürgergesellschaft gelöst. Das Ergebnis war ein tragfähiges, von allen Parteien akzeptiertes Vorgehen.

Es gibt inzwischen Unternehmensnormen u.a. für eine frühe Öffentlichkeitsbeteiligung [9] und einen verantwortungsvollen Umgang mit Investments im ländlichen Raum [10]. Dort finden sich u.a. Empfehlungen zur Übertragung von Landrechten, zur Enteignung sowie für den Umgang mit indigenen Bevölkerungsgruppen. Die Anwendung dieser Normen ist freiwillig, bewährt sich aber im Projekt-Alltag. Die Normen entsprechen internationalem Recht und wurden in einem konsultativen Prozess mit Vertretern aus 133 Ländern erarbeitet.

Finanziell-materielle Beteiligung

Finanzielle Beteiligung ist eine Form des Stakeholder-Involvements, bei der es zu einer materiellen Teilhabe am Projekt kommt. Diese Beteiligungsform ist für breite Bevölkerungsschichten praktikabel. Eine derartige Beteiligung wird in sehr unterschiedlicher Form angeboten:

- Projektbezogene Bürger-Genossenschaften
- Crowdfunding für Bau-Projekte [11]
- Ausgabe von firmen- bzw. projektbezogenen Sparbriefen [12]

Diese Modelle funktionieren jedoch i.d.R. nicht, wenn breite Bevölkerungsschichten über wenig frei verfügbares Eigenkapital verfügen. Die Vergabe von Mikrofinanzkrediten könnte in Entwicklungsländern eine Alternative sein [13]. In kollektivistischen Ländern sollten jedoch Ausgleichsmaßnahmen bedacht werden, die dem Kollektiv zu Gute kommen. So ist es in Ländern der ehemaligen Sowjetunion üblich, dass Unternehmen sich am Unterhalt betriebseigener Kindergärten oder Krankenhäuser beteiligen. Ein solches Engagement wird von weiten Teilen der Bevölkerung erwartet [14].

Transparenz zahlt sich aus

Wichtiger Baustein des Akzeptanzmanagements ist eine qualitativ hochwertige Kommunikation. Sie basiert auf folgenden vier Säulen:

- Möglichst frühzeitig informieren.
- Proaktiv informieren, nicht verstecken – besonders in kritischen Situationen.
- Transparent und authentisch kommunizieren.
- Stets im Rahmen von Recht und Gesetz handeln.

Ein deutscher Projektentwickler für Windenergieanlagen mit Büros in Europa, Argentinien, Kanada und dem Iran, praktiziert ein offensives Akzeptanzmanagement [15]:

- Sehr viele Projekte haben eine eigene Projektseite mit Projektmeilensteinen und einem Lageplan der Windenergieanlagen. Es werden Texte hinterlegt, die auf konkrete Fragen der Bürger eingehen.
- Jede Projektseite in Deutschland nennt einen Projektleiter und Pressesprecher. Persönliche Kontaktaufnahme ist möglich. Auf Sorgen kann schnell reagiert werden [16].
- Pressemitteilungen berücksichtigen in ihrem Sprachstil die unterschiedlichen Bedürfnisse von Investoren oder Bürgern.

Natürlich ist eine professionelle, transparente Kommunikation mit erhöhtem Aufwand verbunden. Jedoch ist der Vorteil nicht von der Hand zu weisen: Pressevertreter können jederzeit relevante Informationen beziehen. Dies kann in kommunikativen Krisen erste Fragen schnell beantworten. Für Projektentwickler ist dies purer Zeitgewinn: Einem kritischen Stakeholder vermitteln Sie damit Vertrauen durch Transparenz. Eine potentielle Krise verliert so die erste Schärfe.

Es lohnt sich, umfassend zu analysieren, wie sich offene und differenzierte Projektkommunikation auswirkt – auf das Budget, auf die zeitlich-terminliche Zuverlässigkeit des Projektes und auf das Image des Unternehmens.

Quellen Kapitel 4

- /1/ Kaltschmitt, Streicher, Wiese: Erneuerbare Energien – Systemtechnik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte, 5. Auflage, Spinger-Verlag 2012
- /2/ Leitfaden Energienutzungsplan, Herausgeber: Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit, Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie, Oberste Baubehörde im Bayerischen Staatsministerium des Innern, Stand: Februar 2011. Download unter <https://www.stmi.bayern.de/buw/energieundklimaschutz/energieleitfaden/index.php>
- /3/ Energienutzungsplan Esslingen/Neckar, Bericht zum Klimaschutz-Teilkonzept, 29.10.2013, im Auftrag der Stadt Esslingen.
- /4/ Energienutzungsplan unter besonderer Berücksichtigung des Denkmalschutzes am Beispiel der Stadt Iphofen, Untersuchung des Potenzials von Nahwärmeversorgungskonzepten in Verbindung mit Sanierungskonzepten denkmalgeschützter, historischer Gebäude in innerörtlichen Quartieren, Forschung im Auftrag des BBR im Rahmen der Forschungsinitiative Zukunft Bau. Technische Universität München, Lehrstuhl für Bauklimatik und Haustechnik, Prof.Dr.-Ing.Dr. h.c. Gerhard Hausladen, Abschlussbericht Oktober 2012.
- /5/ Strasser, H., J. Kimman, A. Koch, O. Mair am Tinkhof, D. Müller, J. Schiefelbein, C. Slotterback (2017). Implementation of energy strategies in communities, Energy and Buildings.
- /6/ www.annex63.org

- /7/ Research Project TRIPAR (ab 2017): „Participatory and effective urban planning in Russia, Ukraine & Germany“, Daniela Zupan, RWTH Aachen University, Fakultät für Architektur. Eine erste Veröffentlichung zu diesem Forschungsprojekt ist in Kürze unter <http://www.planung-neu-denken.de/> verfügbar.
- /8/ Aus Gründen der Einfachheit wird in diesem Text nicht weiter zwischen den Konzepten „Machtdistanz“ und „Kollektivismus/ Individualismus“ unterschieden. Vertiefend: <http://www.ibim.de/ikult/2-3.htm>; ausführlich: Hofstede (1997). Lokales Handeln, globales Denken.
- /9/ <http://www.lima-water.de/>
- /10/ VDI Norm 7000/7001: „Frühe Öffentlichkeitsbeteiligung von Anspruchsgruppen in Infrastrukturprojekten“ (2015), <https://www.vdi.de/wirtschaft-politik/fruehe-oeffentlichkeitsbeteiligung/>
- /11/ <http://www.fao.org/news/story/en/item/260518/icode/>
- /12/ Diese Form der Projekt-Co-Finanzierung durch Bürger wurde in Windenergie-Onshore-Projekten z.B. in Frankreich erfolgreich eingesetzt, vgl. <https://www.abo-wind.com/fr/abo-wind/index.html>
- /13/ <https://www.dkb.de/geschaeftskunden/kompetenzen/buergerbeteiligung/buergersparen/>
- /14/ Jedoch sollte diese Option auf ihre Wirkungen im sozialen Umfeld kritisch geprüft werden, vgl. <http://www.lending-school.de/blog/mikrokredite-in-entwicklungslaendern-fluch-oder-segen/>
- /15/ Die Wirkung materiellen Ausgleichs auf die wahrgenommene Legitimität einer Institution wurde unter dem Begriff der „distributive justice“ interkulturell erforscht. Als Übersichtsarbeit sei verwiesen auf: Leung, K; Stephan, W.G. (1998) Perceptions of injustice and intercultural relations. Applied and preventive Psychology. 7, S. 195 – 205.
- /16/ <https://www.abo-wind.com/>
- /17/ <https://www.abo-wind.com/uk/contact/contacts-abowind-ni.html>