



Paul van Son, Thomas Isenburg

Energiewende in der Wüste

Die Vision ist bereits
Realität

The logo for oekom, featuring a stylized graphic of three vertical bars in green, blue, and yellow to the left of the text "oekom" in a sans-serif font.

Paul van Son, Thomas Isenburg
Energiewende in der Wüste

Die Vision ist bereits Realität

ISBN 978-3-96238-030-4

264 Seiten, 13,0 x 20,5 cm, 26,- Euro

oekom verlag, München 2019

©oekom verlag 2019

www.oekom.de

Kapitel 5

Perspektiven für die emissionsfreie Wüstenenergie

Seit der Gründung der Dii sind nun etwa zehn Jahre vergangen. In dieser Dekade wurden viele Erkenntnisse über die relevanten Energiemärkte in MENA und seiner Umgebung gewonnen. Ein differenzierter Blick auf die Vision vom Wüstenstrom ist notwendig. Der versierte Betrachter erkennt ein Bild mit Licht und Schatten. Der damals geplante einzigartige interkontinentale Energie-Handshake entstammt deutschen Denkfabriken und spiegelt eine europäische Herangehensweise. Diese trifft auf die arabische Struktur und Kultur. Zudem ändern sich Technologie- und Marktrealitäten bei den erneuerbaren Energien rasch.

Man kann den ersten Ideen von Desertec kritisch gegenüberstehen. Die Grundidee der Erschließung von Wüstenenergie war, ist und bleibt aber gültig. Als Netzwerk von international agierenden Unternehmen hat die Dii den Wüstenstrom zum Thema in den Medien und bei politischen sowie wirtschaftlichen Entscheidungsträgern gemacht. Eine breite Öffentlichkeit in MENA und Europa wurde informiert und sensibilisiert. Die Prozesse haben sich, ausgehend von eher mystischen Vorstellungen, nun konkretisiert. Inzwischen wurden zahlreiche erfolgreiche Sonnenstrom- und Windprojekte in der Region durchgeführt, sodass die Erschließung dieser nahezu unbegrenzten Energiequellen keine Illusion mehr ist. Netzkopplungen in der Region und mit Europa sind Realität, der Weg für den Wüstenstrom ist 2018 offen. Der physikalische Stromtransport über längere Distanzen wird durch den Markt gesteuert und hängt zunächst einmal von den Kosten- und Preisunterschieden sowie vom Bedarf in den verschiedenen Märkten ab. Es fehlt nicht an Kapital, Regierungs-

programmen oder wirtschaftlicher Machbarkeit. Die Wahrnehmung der Dringlichkeit nimmt angesichts der zunehmenden Klimaprobleme schnell zu.

Für die Realisierung einer emissionsfreien Energieversorgung gibt es aber keine festen Fahrpläne. Sie bleibt in jedem Land ein Suchprozess mit vielen möglichen Wegen. Zudem braucht der globale Weg nach den Klimaschutzkonferenzen von Kyoto und Paris gut funktionierende Druckmittel zur Verringerung von schädlichen Emissionen. Das ETS (Emission Trading System) in Europa, das CO₂-Emissionen aus fossilen Brennstoffen zum Kostenfaktor für Kohle- und Gaskraftwerke macht, ist noch nicht viel mehr als ein richtungsweisender Beginn, ein Treiber der Energietransition, der in den MENA-Ländern (noch) nicht eingeführt wurde. Die Regierungen und der Markt in MENA stehen noch ganz am Anfang, ein Durchbruch des Wüstenstroms ist dennoch sichtbar.

Der Rückblick auf die vergangenen zehn Jahre zeigt, dass die interessierte Öffentlichkeit in Sachen MENA und emissionsfreie Energie in den Wüsten erheblich kompetenter geworden ist. Die Wissensdefizite über das Leben und die wirtschaftlichen Bedingungen unserer südlichen Nachbarn sind noch nicht verschwunden. Allerdings haben Nachrichten über die Arabellion, Flüchtlingsströme, den IS, Umstürze, Bürgerkriege im Arabischen Herbst, aber auch Solartechnikweltrekorde in Dubai sowie Abu Dhabi auf der Arabischen Halbinsel sowie im marokkanischen Ouarzazate und Berichte über extrem niedrige Kosten der Windenergie in Ägypten und Marokko ihre Wirkung erzielt. Hinzu kommen Ankündigungen weiterer Großprojekte in Ägypten und Saudi-Arabien mit einem Volumen von 200 Milliarden Euro und in Zusammenarbeit mit dem japanischen Telekommunikations- und Medienkonzern Softbank.

MENAs Wüsten haben über viele Jahren Gas und Öl geliefert und könnten dies noch viele weitere Jahre fortsetzen. Diese Erkenntnis kollidiert mit dem unausweichlichen Ende des fossilen Zeitalters. Wüstenstrom ist längst Stand der Technik und wird in den kommenden Jahrzehnten die Hauptrolle in der Energieversorgung in MENA übernehmen.

Die Dii hat damit ihre erste Aufgabe erledigt und positioniert sich nun unter dem Namen *Dii Desert Energy* als Sparringspartner der Industrie. Einer der Untersuchungsgegenstände sind praktische Hindernisse im Markt. Die Perspektivenfindung für die Region stützt sich auf offene Diskussionen mit lokalen und internationalen Stakeholdern. Bei den im Thema versierten Akteuren dominiert die Prämisse, dass die MENA-Länder zunächst ihre Energieversorgung effizient, ausreichend offen und emissionsarm gestalten und dann auf marktwirtschaftliche Weise zu Nettoexporteuren von emissionsfreiem Strom werden sollen. MENA wird schließlich ein *solar and wind power house* werden.

Was sind aus heutiger Sicht die Perspektiven für die kommenden Jahrzehnte?

Die vier technischen Kernprozesse der emissionsfreien Stromerzeugung – *Umwandlung, Speicherung, Übertragung* und *Verbrauch* – stehen vor epochalen Veränderungen. Insbesondere die Versorgungssicherheit durch die Energiequellen Sonne und Wind stand wegen ihres volatilen Charakters in der Historie schon auf dem Prüfstand. In der weltweiten Praxis wurde immer klarer, dass ein ausgewogenes Zusammenspiel der Kernprozesse einen Anteil von 100 Prozent Erneuerbaren möglich macht. Die Voraussetzung für dringend notwendige Transformationen ist ein tiefgründiges Umdenken. Diesen Prozess hat die Telekommunikations- und Internetbranche bereits durchlebt. In der Zukunft wird die Energieversorgung nicht mehr als Einbahnstraße vom Erzeuger zum Verbraucher organisiert sein. Ähnlich wie beim Internet vergrößert sich die Anzahl der Ebenen sowohl bottom-up als auch top-down. Es wird zu einem Zusammenspiel zwischen dezentralen sowie zentralen und daneben auch autonomen, abgekoppelten Versorgungswegen kommen. Anstelle von langfristigen Planungen wird der schrittweise Austausch von fossilen Energieträgern durch erneuerbare Quellen erfolgen. Die erneuerbaren Energien werden durch rapide relative Kostendegression sowohl in MENA als auch in Europa die kostengünstigere Option.

Emissionsfreie Energieumwandlung

Kohle, Öl und Gas bilden 2018 den Löwenanteil im Energiemix der Volkswirtschaften in MENA. Das kann sich kurzfristig nicht komplett ändern. Allerdings haben sie auf Dauer kaum Chancen, sich auf den Energiemärkten dieser Regionen zu behaupten. Noch profitieren sie oft von einer intransparenten Marktumgebung mit staatlicher Unterstützung. Bislang werden die Klimakosten kaum berücksichtigt. Aber das für den Klimawandel verantwortliche Treibhausgas wird auch in dieser Region zu Kosten und Haftungsrisiken führen. Die *End-of-pipe*-Lösungen, um Emissionen abzulagern, sind kaum im größeren Maßstab praktikabel. Deswegen werden die Lagerung von Kohlendioxid mit Techniken wie CCS (Carbon Capture and Storage) oder die Aufnahme von fossil produziertem Kohlendioxid in synthetische Brennstoffe wie Methanol oder Kerosin das Klimaproblem nicht eindeutig lösen.

Das Pariser Klimaabkommen COP 21 fordert verstärkt, fossile Brennstoffe stufenweise zu substituieren, indem es das 1,5-Grad-Celsius-Ziel formuliert. Nachdem die Klimaprobleme sichtbarer und dringender werden, darf man erwarten, dass stringente Maßnahmen folgen. Schließlich werden die planetarischen Grenzen überschritten und Extremwetterlagen sichtbarer. In der Wirtschaft, gerade der Landwirtschaft, werden die Folgen des Klimawandels immer mehr zum Haftungsthema. Die Kernenergie könnte aus dem Blickwinkel der Vermeidung von Kohlendioxidemissionen theoretisch eine Lösung bieten. Dem gegenüber stehen gravierende Nachteile wie die hohen Kosten, die ungelöste Problematik der Endlagerung und die langen Bauzeiten der Kraftwerke. Hinzu kommt ein Restrisiko, wie die Reaktorkatastrophe von Fukushima im Hochtechnologieland Japan gezeigt hat. Jedoch kann die Kernkraft Strom produzieren, wenn die Verbraucher ihn benötigen, und die Basislast gut abdecken.

Die Basislast wird aber durch das größere Angebot von Sonnenstrom tagsüber kaum noch gefragt. Dennoch sind im Jahr 2018 in MENA einige Kernkraftwerke geplant oder im Bau, unter anderem in

den Vereinigten Arabischen Emiraten, in Saudi-Arabien und Ägypten, Letzteres mithilfe russischer Unterstützung. Die sehr umfangreichen und extrem kostengünstigen Projekte in Form von emissionsfreiem Strom aus Sonnen- und Windkraftwerken, die bereits im Markt sind oder bald ans Netz kommen, verringern die Chancen für Kernenergie

Etwa 20 Jahre nach den ersten Überlegungen zum Wüstenstrom verändert sich die Nomenklatur, und es kommen neue technische Verfahren auf. Der Strom aus erneuerbaren Quellen in den Wüsten wird als *grüne Elektronen* bezeichnet. Wenn man mithilfe des grünen Stroms Chemikalien (Wasserstoff, Methanol und Methan) produziert – ein Vorgang, der unter den Begriffen (*green*) *Power to X* sowie *power-to-gas* oder *power-to-liquids* bekannt ist –, spricht man von *grünen Molekülen* (Olah et al. 2018). In der jüngsten Vergangenheit beschäftigt sich die Wissenschaft – motiviert durch die Herausforderungen beim Thema Energie – intensiver mit dieser Möglichkeit. Durch Elektrolyse von Wasser entsteht Wasserstoff, aus Wasserstoff und Stickstoff wiederum Ammoniak, ein Ausgangsprodukt für Düngemittel.

Diese grünen Stoffe sollen in Zukunft unter anderem der kohlendioxidemissionsfreien Stromversorgung dienen. Der durch erneuerbaren Strom produzierte Wasserstoff kann zudem als Grundchemikalie in der Chemieindustrie eingesetzt werden. Aus dem reaktiven Gas lassen sich Stoffe mit komplexen chemischen Strukturen produzieren.

In thermischen Kraftwerken könnten sie die Aufgabe der fossilen Brennstoffe übernehmen. Damit kann ein Teil der bestehenden Infrastruktur für die Energieversorgung in den Industrieländern auch bei der großen Transformation des Energiesystems erhalten bleiben. Ein zentrales Element können einmal Brennstoffzellen bilden, die bei der Umwandlung von Wasserstoff und Sauerstoff zu Wasser elektrischen Strom produzieren. Der benötigte Wasserstoff wird direkt oder indirekt durch PV- und Windstrom aus erneuerbaren Energiequellen erzeugt. Die Wasserelektrolyse-Technologie ist noch relativ teuer und daher in ihren Anwendungen eingeschränkt.

Jedoch ist das Interesse der global agierenden Technologieunternehmen groß. Der effizient produzierte Wasserstoff kann als Speicher- und Transportmedium für Energie sowie als Ausgangsmedium unter anderem für die Chemieindustrie dienen. Bislang waren die Anwendungen des Wasserstoffs weltweit noch begrenzt. Die sichere Handhabung von Wasserstoff stellt jetzt keine besondere Herausforderung mehr dar. Auch die wirtschaftlichen Konditionen haben sich vorteilhaft entwickelt, und Wasserstoff ist auf einem guten Weg, eine prominente Rolle bei der Energieversorgung zu übernehmen. Eine weitere Option ist die Umwandlung des Wasserstoffs in den einfachen Alkohol Methanol. Hierzu muss dieser mit Kohlendioxid umgesetzt werden. Methanol kann dann fossile Kraftstoffe in der Mobilität ersetzen. Insbesondere der Schwerlast- und der Flugverkehr suchen nach derartigen Lösungen.

Zunächst konzentrierte sich die Dii auf große Anlagen. Jedoch beginnt die moderne Energieversorgung in den Häusern der Menschen. PV-basierte Stromerzeugungskapazitäten werden an Fenstern, Wänden und Carports entstehen. In den Sonnenstunden produzieren sie grüne Elektronen. Seinen eigenen Bedarf an elektrischer Energie wird der Verbraucher durch sie teilweise oder ganz selbst abdecken. Überschüsse kann er ins Netz liefern. Durch die Vernetzung können Angebot und Nachfrage der Haushalte ausgeglichen werden.

Im Laufe der Zeit werden so in MENA mehrere Hunderte Millionen Stromlieferanten entstehen. Städte, Agrarflächen, Seen und Industrieanlagen produzieren grüne Elektronen und Moleküle. Es entsteht eine neue Dynamik. Die Stromerzeugung der nahen Zukunft wird durch das Angebot von erneuerbarer Energie bestimmt. An dieses Angebot wird sich der Markt flexibel anpassen.

Energiespeicherung und Glättung der Verbrauchskurven

Das Wachstum bei den erneuerbaren Energien wurde lange durch die hohe Kosten und die Volatilität durch Abhängigkeit von Wind- und Sonneneinstrahlung gebremst. Effiziente Energiespeicher zum Ausgleich von Schwankungen bei der erneuerbaren Stromproduktion sind noch nicht im großen Maße vorhanden und werden in der fossilbasierten Energiewirtschaft nicht benötigt. Durch einen wachsenden Anteil der erneuerbaren Energien im Energiemix wird sich diese Situation ändern.

In den Wüstenregionen besteht ein großer Energiebedarf für die Kühlung, analog zu Heizungen in kälteren Regionen. Mit PV-Strom günstig produziertes Eis kann diese Aufgabe übernehmen. Die Eispeicher glätten den Bedarf an elektrischer Energie und schieben ihn in die Sonnenstunden. Das kann zur Kostenreduktion beitragen. Die Kostenvorteile verstärken sich noch durch geringere Preise für den PV-Strom. In Städten und Siedlungen der MENA-Region werden Anlagen zur Fernkälte, Blockkühlung oder Einzelkühlung eingesetzt werden.

Weitere Entwicklungen werden bei den Batterien, der Wasserstoffspeicherung und anderen Methoden der Energiespeicherung sichtbar werden. Noch sind Elektroautos eher selten in MENA, aber erste Erfahrungen in den Vereinigten Arabischen Emiraten sind vielversprechend, in Marokko gibt es sogar eine Rallye für Elektromobile. Die Batterien der Elektroautos werden durch gesteuerte Lade- und Entladevorgänge ein integraler Bestandteil der Energieversorgung. Die Wettbewerbsfähigkeit der (neuen) Energiespeicher wird bestimmt werden durch die Speicherkosten pro Kilowattstunde für definierte Speicherzyklen im Vergleich zu den Preis- oder Tariffuktuationen aus Angebot und Nachfrage des Strommarktes.

Energietransport

Einige MENA-Länder sind auf Import von Energie angewiesen, andere auf den Export. Stromtransporte über die nationalen Grenzen hinweg sind noch sehr bescheiden. Die fossilen Träger der Primärenergie werden im Laufe der Zeit durch grüne Moleküle wie Wasserstoff oder Biomethanol und synthetische mithilfe von erneuerbar produziertem Strom hergestellte Kohlenwasserstoffe ersetzt – so die Erwartungen. Dann ist eine Anpassung an die bestehende Infrastruktur notwendig. An die Technik von LNG-(Liquefied Natural Gas-) Tankschiffen angelehnt, die für den Transport von verflüssigtem Erdgas ausgelegt sind, kann Wasserstoff weltweit verschifft werden. Alle MENA-Länder können so zu Exporteuren von grünen Molekülen werden – ein eleganter Ansatz. Der Transport und Austausch von elektrischem Strom war bislang technisch und politisch begrenzt. Eine Erweiterung der Stromnetze in dicht besiedelten Gegenden ist sehr aufwendig und kaum möglich. Allerdings sind Stromtransporte in Form von Gleich- oder Wechselstrom in den letzten Jahren günstiger geworden. Die für Ferntransport notwendigen Netzerweiterungen in MENA sind für etwa 15 Prozent der Energiekosten verantwortlich, wenn sie ohne allzu große gesellschaftliche Gegenkräfte gebaut werden können. Der Transport von grünen Molekülen könnte günstiger sein, da deren Energiedichte größer ist. Außerdem könnte existierende Erdgasinfrastruktur genutzt werden. Deswegen sind Stromverbindungen über große Distanzen, auch durch Leitungen unter dem Meer, nicht überall die beste Lösung. Stromtransport wird sich mehr und mehr dem Wettbewerb durch den Transport von grünen Molekülen stellen müssen. Insbesondere China setzt stark auf Konzepte für Stromfernübertragung. Die Dii Desert Energy ist in die chinesisch dominierte Organisation GEIDCO (Global Energy Interconnection Cooperation Organisation) eingebunden. Diese Organisation setzt sich für interkontinentale Stromverbindungen in allen Regionen der Welt ein. Die GEIDCO-Pläne inspirieren Netzbetreiber in der ganzen Welt. Auf Dauer werden Stromtransport-

erweiterungen im Mittelmeerbereich prominenter Bestandteil der Pläne von Netzbetreibern in Europa (ENTSO-E) und der MENA-Region (MEDTSO/GCCIA) sein. Verbundnetze werden zur Plattform für die zusammenwachsenden emissionsfreien Strommärkte in MENA und Europa. Die Dii führt mit GEIDCO und lokalen Netzbetreibern Studien zur Integrationsmöglichkeit von großen PV- und Windkapazitäten und zu neuen Netzverbindungen in Form von Stromkabeln zwischen den Golfstaaten und Indien durch.

5.4

Flexibler Verbrauch und die Wahl des Verbrauchers

Der Verbrauch ist eine Schlüsselkomponente in der Energieversorgung der Zukunft. Das Phänomen Laststeuerung ist schon lange bekannt. In MENA war Laststeuerung bislang – abgesehen von akuten Versorgungsengpässen – wegen der Energieversorgung durch gut regelbare Öl- und Gaskraftwerke nur wenig relevant. Das wird sich gravierend ändern. Die natürliche Fluktuation der Energiequellen erfordert nicht nur Speicher- und Transportsysteme, sondern auch ein ausgeklügeltes proaktives Einspielen des Verbrauchs auf das sich permanent ändernde Angebot. Die Laststeuerung wird dezentraler werden, angeregt durch Preissignale aus Angebot und Nachfrage.

In Ländern wie Dänemark hat man über längere Zeit bereits gute Erfahrungen mit dynamischen Strom- und Gaspreisen gesammelt. Solche Erfahrungen können für die MENA-Region sehr nützlich sein. Gerade in MENA wird die Flexibilisierung von Tarifen hin zu sich kontinuierlich an Angebot und Nachfrage anpassenden Energiepreisen sehr große Vorteile bieten. Nur so wird eine fließende Anpassung von allen Verbrauchsarten an Überschuss oder Engpässe im Markt zu steuern sein. Die wirtschaftlich attraktive Anpassung von Verbrauch ist insbesondere durch die Optimierung von energieintensiven industriellen Prozessen möglich. Die Verbrauchsanpassung von Großverbrauchern in Zeiträumen hoher Strompreise führt zur Kostenverringerung. Beispiele hierfür finden sich in der Metall-

industrie und der Meerwasserentsalzung. Großverbraucher können durch *Corporate Sourcing* Optimierungspotenzial nutzen. Zudem kann lokal eine Kombination von PV mit Solarthermie die Flexibilität und Nutzungsdauer einer Anlage weiter verbessern. Auch ist es sinnvoll, die Verbraucher aktiver bei der Energietransition einzubeziehen. Sie sollen in der Lage sein, sich für grünen Strom zu entscheiden. Da das physische Produkt *grün* nicht von *nicht grün* zu unterscheiden ist, kann es durch grüne Zertifikate – sogenannte IRECs – transparent gemacht werden. Zertifikate geben also den Stromkunden die Option, erneuerbare Energieanlagen zu fördern.

5.5

Entwicklungen in den MENA-Ländern

Es lässt sich heute nicht voraussagen, wie sich die Länder der MENA-Region politisch, wirtschaftlich und sozial entwickeln werden. Bislang waren die Bedingungen und Prozesse in den einzelnen Ländern unterschiedlich. Politisch betrachtet, kennt MENA das ganze Spektrum von großer Stabilität, begleitet von Wohlstand, bis hin zu Bürgerkrieg und Zerfall. Die öl- und gasreiche Region ist Schauplatz der geostrategischen Konflikte von Großmächten und Handelsinteressen. Die unterschiedlichen Rechtsrahmen machen grenzüberschreitenden Handel schwierig. Das trifft auch internationale Entwickler und Investoren. Für jedes Land, sogar im Landesinneren, brauchen sie aufwendige *legal opinions* und spezialisierte juristische Kenntnisse. Die Synergiepotenziale werden wenig genutzt. Eine Wende in Form einer starken panarabischen Zusammenarbeit oder einer politisch profilierten Gemeinschaft von arabischen Staaten ist nicht in Sicht. Jedoch gibt es Cluster, wie GCC (KSA, Kuwait, Bahrain, Katar, Vereinigte Arabische Emirate, Oman) und Maghreb (Marokko, Algerien, Tunesien), wo zwischen den Mitgliedsstaaten trotz Differenzen eine Abstimmung im Energiebereich stattfindet.

Obwohl es immer mehr erneuerbare Anlagen gibt, geht die Dekarbonisierung in MENA insgesamt noch schleppend voran. Im Jahr 2018 sind nur wenige Prozent der Energieversorgung emissionsfrei.

Nachdem eine ganze Reihe von Leuchtturmprojekten ihre Praxis-tauglichkeit unter Wüstenbedingungen bewiesen hat, werden wei-tere Projekten in *business cases* detailliert untersucht. Machbare Projekte entstehen oder können in Bereichen wie Solar, Wind, Netz-erweiterungen, Entsalzung, Speicherung, Elektrolyse und Elektro-transport erwartet werden. Auf Systemebene werden Digitalisierung, *Internet of Things*, *Smart Grids* und Energiehandel die Integration von Erneuerbaren und die Optimierung der Energiekette gewähr-leisten. Für diese Aufgaben gibt es viele engagierte junge Menschen in Ländern wie Marokko und Tunesien. Die Argumente für weitere Subventionen von fossilen Energieträgern, Kernenergie und letzt-lich auch Erneuerbaren entfallen. Bei allen Projekten und Investi-tionen ist der Nutzen für die lokale Bevölkerung eine wichtige Be-dingung. Die Regierungen drängen zu Recht auf Arbeitsplätze in den Bereichen Fertigung, Wartung und Betrieb der Anlagen. Im Umfeld können sich neue Industrien ansiedeln. Das wird die Inves-tition in fossile Techniken zurückdrängen: Öl oder Gas fördernde Länder müssen sich auf eine Umschichtung von Arbeitsplätzen in der Öl- und Gasindustrie auf Erneuerbare vorbereiten, wie das Bei-spiel Saudi-Arabien zeigt.

Die Subventionen im Bereich der fossilen Brennstoffe auch über die Strompreise wurde in allen MENA-Ländern bereits stufenweise reduziert. Dieser Prozess ist schwierig, denn er trifft die Bevölke-rungen in ihren Geldbeuteln. Der Subventionsabbau ist alternativ-los. Wettbewerbsfähige Erneuerbare benötigen keine Subventionen mehr, eine Entwicklung, die bei den Ausschreibungen für PV-Anla-gen in den Vereinigten Arabischen Emiraten und Offshore-Wind-anlagen in Nordeuropa schön sichtbar wirkt. Allerdings kann eine vielversprechende Technologie zeitlich begrenzt staatlich gefördert werden. Durch die steigende Wettbewerbsfähigkeit werden die Er-neuerbaren ihren Weg in den Markt finden. Hinzukommen kön-nen indirekte Stützen durch den Emissionsrecht Handel. Die Aus-bauziele für Solar- und Windenergie in MENA und der Türkei sind insgesamt ungefähr 60 Gigawatt bis 2022. Sie müssen nicht unbe-dingt umgesetzt werden, sind allerdings wichtige Orientierungs-