
ERGEBNISSE VON TA-PROJEKTEN – NEUE TA-PROJEKTE

Technikfolgenabschätzung zur Pflanzengentechnik

von Frank Hartmann, Institut für Regionale Innovationsforschung Berlin, und Rainer Voß, Technische Fachhochschule Wildau

Das Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Raumordnung des Landes Brandenburg beauftragte im Mai 1997 die Technische Fachhochschule Wildau mit einem TA-Projekt, dessen Gegenstand die gentechnisch basierte Gewinnung von Pflanzeninhaltsstoffen ist. Dieses TA-Projekt wird in enger Kooperation zwischen der Technischen Fachhochschule Wildau und dem Institut für Regionale Innovationsforschung (IRI) Berlin/Wildau bearbeitet.

Ziele und Ausrichtung des TA-Projekts

Eine wichtige Aufgabe des Vorhabens besteht darin, anhand der Durchführung eines konkreten TA-Projekts herauszuarbeiten, wie eine proaktive und nutzenorientierte Technikfolgenabschätzung in sehr frühen Phasen von Innovationsprozessen konzeptionell angelegt werden sollte, auf welche verallgemeinerbaren Probleme man im Rahmen der Untersuchungen stößt und welche Arten von Ergebnissen von einem solchen Vorgehen erwartet werden können. Darauf basierend sollten Hinweise für zukünftige TA-Vorhaben abgeleitet werden. Im engeren Sinn besteht das Ziel darin, für ein komplexeres Gentechnikvorhaben, das sich möglichst in einer frühen Phase des Innovationszyklus befindet, über einen längeren Zeitraum begleitend die Folgen – im Sinne von Nutzen, Chancen, Risiken und Realisierungsvoraussetzungen – systematisch zu ermitteln, abzuschätzen und zu bewerten, was die schrittweise Antizipation der Anwendungsbedingungen einschließt.

Bei der konzeptionellen Ausrichtung des Projekts wurden die Erfahrungen mit der Technikfolgenabschätzung in Deutschland – insbe-

sondere auf dem Gebiet der Bio- und Gentechnologie – berücksichtigt und versucht, das Projekt sowohl hinsichtlich seiner Anlage als auch seines Gegenstandes von bisher durchgeführten Vorhaben begründet unterscheidbar anzulegen. Eine dieser Erfahrungen besteht darin, daß, wenn Technikfolgenabschätzung erst nach dem Vorliegen der technischen Lösung bzw. gar nach vollzogener Innovation ansetzt, sich die Chance einer darauf begründeten Korrektur und Anpassung von Technik an gesellschaftliche Anwendungsbedingungen wie auch die Schaffung neuer Bedingungen für Technikanwendung verringert, weil solche "Umsteuerungsmaßnahmen" enorm aufwendig wären. Sie betreffen bei biotechnologischen Innovationslinien meist nicht nur die Lösung einzelner produktionstechnischer und anwendungsseitiger Probleme, sondern auch erhebliche Anstrengungen bei der Herausbildung gesellschaftlicher und individueller Bedarfe und entsprechender Nachfragen sowie bei der Minimierung technologischer, marktlicher und planungsseitiger Unsicherheiten. Aus diesem Grunde wurde das Projekt als proaktive TA angelegt, deren Gegenstand sich noch in frühen Phasen einer sich ausdifferenzierenden und etablierenden gentechnischen Innovationslinie befindet, wohl wissend um die Schwierigkeiten der Antizipation zukünftig machbarer und wünschenswerter Zustände, die vor allem mit objektiv vorhandenen Wissensdefiziten bei den beteiligten und betroffenen Akteursgruppen zusammenhängen. Hinzu kommt, daß die Komplexität gentechnischer Vorhaben, ihre vertikale und horizontale Integration in gesellschaftliche Tätigkeitsbereiche nicht nur eine vorausschauende, sondern auch eine begleitende Technikfolgenabschätzung erfordern, da sich die Anwendungsbezüge solcher gentechnischer Vorhaben einerseits schrittweise herausbilden, aber andererseits auch sprunghaft verändern können.

Bisherige TA-Projekte zur Gentechnik waren u.a. dadurch gekennzeichnet, daß bei dem mehr oder weniger reaktiven Vorgehen die Prüfung der Risikoargumente der Kritiker überwog. Insbesondere im Rahmen des TA-Verfahrens zur Herbizidresistenztechnik am Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung (WZB) wurde als eine logische Konsequenz der Risikodiskussion herausgearbeitet, daß künftig stärker die Nutzenerwartungen der Technik-

entwickler, -hersteller und -anwender geprüft und bewertet werden sollten. Dies nicht mit dem Zweck, im Rahmen von TA-Verfahren Wissen über mögliche Nutzen zu generieren, das als Grundlage politischer Regulierung von Innovationsaktivitäten dient, sondern mit dem Ziel, antizipatives Wissen zu erarbeiten, das den aktuell und zukünftig möglicherweise beteiligten sowie betroffenen Akteuren einen Orientierungsraum eröffnet, um die Frage zu beantworten, ob und wie die Technik an die Anwendungserfordernisse angepaßt werden soll, oder ob und wie die Bedingungen in den Anwendungsbereichen geändert werden müssen. Die Forderung, den Nutzen stärker in den Mittelpunkt von Technikfolgenabschätzung zu rücken, ohne spezifisch gegenstandsbezogene Fragen im Zusammenhang mit ökologischen Risiken auszuklammern, wird auch durch die Erfahrung unterstrichen, daß sich nach wie vor Gentechnikvorhaben oft vereinfacht und einseitig an überhöhten bzw. zu allgemeinen sozialen und ökonomischen Nutzenserwartungen orientieren und die methodisch-technologischen Lösungen die Bedingungen in den wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Anwendungsbereichen häufig nur unzureichend berücksichtigen.

Ein dritter Aspekt schließlich beeinflusste die Anlage des Projekts spürbar – die Erfahrung, daß alternative Gestaltungsoptionen in TA-Verfahren bisher vielfach ausgeblendet blieben. Für problemorientierte TA-Projekte kann dies noch mit dem dafür meist erheblichen Analyseaufwand und methodischen Bewertungsproblemen begründet werden, für technikinduzierte TA-Projekte besteht hier wohl ein echtes Defizit. Insofern sollte die Entwicklung des Untersuchungsgegenstandes eng mit alternativen technologischen Entwicklungspfaden zusammenhängen.

Zusammengefaßt standen folgende Anforderungen an die Auswahl des Untersuchungsgegenstandes: Die Technik sollte

- sich in frühen Entwicklungsphasen eines als wahrscheinlich angenommenen Innovationsprozesses befinden;
- eine ausreichend potentielle Wirkungsbreite und -tiefe aufweisen (z.B. entlang von Wertschöpfungsketten);

- konkret genug sein, um Abgrenzungen begründen zu können (Aufrechterhaltung des Anspruchs einer umfassenden TA bei relativ begrenzten Ressourcen für die Bearbeitung);
- technisch/technologische Alternativen haben;
- regional relevant und bei verschiedenen Akteurskreisen nicht unumstritten sein.

Dies berücksichtigend, bot sich die *gentechnische Innovationslinie "transgene Pflanzen zur Gewinnung spezifischer Inhaltsstoffe"* mit den nachgelagerten Wertschöpfungsstufen Pflanzenzüchtung – Pflanzenproduktion – Aufarbeitung/Verarbeitung – Anwendung – Entsorgung an, die dann weiter auf gentechnisch veränderte Pflanzen zur Gewinnung von Polyhydroxyfettsäuren (PHF) eingegrenzt wurde. Die pflanzen-gentechnische Gewinnung von PHF befindet sich in der Frühphase (Expressionsnachweis von PHF in Pflanzen realisiert), weist interessante technologische Alternativen und Bezüge zum Land Brandenburg auf (besondere Bedeutung nachwachsender Rohstoffe in der Landesstrategie, Max-Planck-Institut für Molekulare Pflanzenphysiologie mit gentechnischen Arbeiten zu PHF als ein regionaler Akteur). Hinzu kommt, daß die Forschungsarbeiten zur pflanzen-gentechnischen Gewinnung von PHF im Rahmen eines größeren Verbundvorhabens öffentlich gefördert werden, was höhere Anforderungen an den Nachweis des Nutzens erwarten läßt.

Die dieser Innovationslinie zugrundeliegenden allgemeinen Grundannahmen hinsichtlich des Nutzens, Beitrag zur Substitution fossiler Rohstoffe, Schließung von Stoffkreisläufen, sinnvolle und umweltverträgliche landwirtschaftliche Bodennutzung, umweltverträgliche Entsorgung der biologisch abbaubaren "Bioplaste", lassen eine Bedeutung im Auswirkungsspektrum erwarten, die ein TA-Projekt rechtfertigt. Ähnliches trifft auf Risikoprobleme im engeren Sinne (etwa den Stoffwechselprozeß der transgenen Pflanze betreffend) als auch im weiteren Sinne (auf ökosystemarer und wirtschaftlicher Ebene) zu.

Suchräume und alternative technologische Entwicklungspfade

Bei den Polyhydroxyfettsäuren (PHF) handelt es sich um eine Familie von Biopolymeren, die von zahlreichen Mikroorganismenarten als Speicherstoffe synthetisiert werden und eine Kombination spezifischer, technisch interessanter Eigenschaften aufweisen. Sie sind u.a.

- thermoplastisch,
- wasserresistent,
- biologisch abbaubar.

Damit besitzen sie zahlreiche Eigenschaften herkömmlicher chemischer Kunststoffe und können mit konventionellen Techniken verarbeitet werden. Mögliche Einsatzgebiete für Produkte aus diesen Stoffen finden sich z.B. in den Anwendungsbereichen Verpackung, Medizin, Garten- und Landschaftsbau. Ein Biopolymer aus der Familie der PHF, aus dem Produkte hergestellt werden, die unter dem Namen "Biopol" bekannt geworden sind, ist Polyhydroxybutyrat (PHB).

Die Pflanzengentechnik eröffnet einen neuen technologischen Entwicklungspfad mit erfolgversprechenden Optionen für Pflanzenzuchtunternehmen, Landwirte (Anbau nachwachsender Rohstoffe), die chemische Industrie, die Anwender und eine umweltverträgliche Entsorgungswirtschaft. Dabei ist unter dem methodischen Gesichtspunkt von Technikfolgenabschätzung interessant, daß es zur Nutzung der Gentechnik für die Gewinnung von Pflanzeninhaltsstoffen, die Pflanzen natürlicherweise nicht synthetisieren können, logischerweise bezogen auf Pflanzen keine methodische oder technologische Alternative gibt.

Alternativ zu dieser Innovationslinie sind zwei entfaltete technologische Entwicklungspfade, wobei ersterer seit vielen Jahren produktionstechnisch und anwendungsseitig etabliert ist und seine Wachstumsphase bereits überschritten hat. Er nimmt seinen Ausgangspunkt in der Erdölexploration, führt über die erdölbasierte Grundstoffchemie und Verarbeitungschemie zu **traditionellen Kunststoffen**, schließt deren Bearbeitung und die Nutzung in verschiedenen Anwendungsbereichen ein und reicht bis hin zur Entsorgung der Endprodukte.

Den zweiten alternativen technologischen Entwicklungspfad bildet die **mikrobielle Ge-**

winnung von biologisch abbaubaren Polyester, entweder basierend auf Substraten aus fossilen oder nachwachsenden Rohstoffen, mit ähnlichen nachgelagerten Wertschöpfungsstufen. Diese Entwicklungslinie wird seit ca. 20 Jahren verfolgt, daß eine größere Marktdurchdringung bisher nicht realisiert werden konnte, hängt insbesondere mit dem hohen Preis der Produkte, im Vergleich zu klassischen Kunststoffen, zusammen.

Diese Entwicklungslinie unterscheidet sich nicht nur hinsichtlich des biologischen Systems, mit dem produziert wird, von der pflanzengentechnischen Linie, sondern auch hinsichtlich der Produktionstechnologie und der damit verbundenen spezifischen Folgen – einerseits pflanzliche Produktion auf dem Acker, andererseits mikrobielle Produktion in geschlossenen technischen Systemen. Innerhalb dieser technologischen Alternative sind zwei methodisch/technische Vorgehensweisen möglich – einerseits ohne gentechnische Veränderung der Mikroorganismen, andererseits mit gentechnischer Veränderung der Mikroorganismen.

Die unterschiedlichen technologischen Hauptentwicklungspfade, die sich noch weiter ausdifferenzieren, bilden gewissermaßen Suchräume für Folgen in den verschiedenen Wertschöpfungsstufen, wobei die pflanzengentechnische Linie den Untersuchungsschwerpunkt bildet und die anderen beiden zu Vergleichszwecken herangezogen werden. Die einzelnen Alternativen verhalten sich in einigen Teilbereichen substitutiv zueinander, in anderen wiederum additiv, bzw. sind originär.

Auf der Ebene des *Pflanzenanbaus* werden beispielsweise solche Faktoren zu berücksichtigen sein wie die Einkommenssicherung der Landwirtschaftsbetriebe angesichts gesättigter Nahrungsmittelmärkte in den industrialisierten Ländern, mögliche Wirkungen auf Beschäftigung, umweltrelevante Wirkungen infolge des Anbaus der gentechnisch veränderten Pflanzen (z.B. Energieaufwand, Pflanzenschutzmittelaufwand, transportbedingte Umweltbelastungen, Bodenverdichtungsgefahr, Anbaukonzentration etc.) einschließlich ökologischer Wirkungen im engeren Sinn.

Umweltrelevante Aspekte in der *Verarbeitung* hängen zusammen mit der Problematik des Energiebedarfs für Prozeßstufen, der Nutzung von Abfallprodukten, des Anfalls von

Abwasser und der Notwendigkeit der Abwasserbehandlung.

Die *Anwendungsbereiche* für Produkte aus PHF sind zukünftig möglicherweise äußerst differenziert und zum gegenwärtigen Zeitpunkt ist noch nicht klar, welche konkreten Eigenschaften die pflanzengentechnisch erzeugten Stoffe haben können. Insofern wird bezogen auf diesen Bereich verstärkt mit Analogien aus beiden alternativen technologischen Entwicklungslinien – chemische und mikrobielle Kunststoffe – gearbeitet werden müssen.

Im Bereich der *Entsorgung* wird häufig auf die Vorteile der biologischen Abbaubarkeit und damit die Möglichkeit zur umweltneutralen Verwertung der Endprodukte verwiesen. Aber auch hier hängen mögliche Wirkungen mit einer Vielzahl von Einflußfaktoren zusammen, man denke nur an die Regelungsfragen wie sie in der Verpackungsordnung oder in der TA-Siedlungsabfall festgeschrieben sind. Auch auf dieser Wertschöpfungsstufe gibt es Akteure mit unterschiedlichen, konkurrierenden Technologien, was Einfluß auf die Bewertung dieser neuen Innovationslinie hat.

Was die Problematik der ökologischen Risiken transgener Pflanzen betrifft, wird die Untersuchung einzelfallbezogen – das meint hier die gentechnische Innovationslinie PHF betreffend – erfolgen. Hierbei soll an die ökologisch orientierte und auf die Problematik "Sicherheit/Risiko" konzentrierte Begleitforschung im Land Brandenburg angeknüpft werden. Dabei können Freisetzung als ein wichtiges Vermittlungsglied zwischen Entstehungskontexten gentechnischer Vorhaben und deren Anwendungskontexten verstanden werden.

Kontakt

Prof. Dr. Rainer Voß
Technische Fachhochschule Wildau
FB Wirtschaft/Verwaltung/Recht
Bahnhofstraße 1, D-15745 Wildau

Dr. Frank Hartmann
Institut für Regionale Innovationsforschung (IRI)
Prenzlauer Promenade 149-152, D-13189 Berlin
(Tel. Geschäftsstelle Wildau: 03375 / 507 213)

»