

**Zeitschrift:** Berichte des Geobotanischen Institutes der Eidg. Techn. Hochschule, Stiftung Rübel

**Herausgeber:** Geobotanisches Institut der Eidg. Techn. Hochschule, Stiftung Rübel

**Band:** 35 (1963)

**Artikel:** Internationales Biologisches Programm (IBP) des Internationalen Rates Wissenschaftlicher Unionen (ICSU) : Projekt A I : Produktivität der Land-Lebensgemeinschaften-Ökologie = International Biological Programme of the International Council of Scientific ...

**Autor:** Ellenberg, H. / Ovington, J.D.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-377640>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 02.04.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

Internationales Biologisches Programm (IBP)  
des Internationalen Rates Wissenschaftlicher Unionen (ICSU)

PROJEKT A I  
PRODUKTIVITÄT DER  
LAND-LEBENS-GEMEINSCHAFTEN—ÖKOLOGIE

Vorschläge, die an der Tagung vom 23. bis 26. Juli 1964  
in Paris gutgeheissen und angenommen wurden

Inhalt

Vorwort .....	16
A. Ziele und Grundsätze	
I. Ziele .....	16
II. Allgemeine Gesichtspunkte .....	17
III. Zeitplan für die Verwirklichung des Programms .....	18
B. Vorgesehene Untersuchungen	
I. Auswahl der Probeflächen und Lebensgemeinschaften .....	19
II. Beschreibung der zu untersuchenden natürlichen und halbnatürlichen Lebensgemeinschaften .....	21
III. Bestimmungen der primären Produktion .....	21
1. Allgemeines .....	21
2. Photosynthetische Produktion .....	21
3. Chemosynthetische Produktion .....	22
IV. Untersuchungen zur sekundären Produktion .....	22
1. Allgemeines .....	22
2. Schätzung der gefressenen Mengen .....	23
3. Zersetzungs-Vorgänge im Boden .....	24
V. Untersuchung von Umweltfaktoren im Hinblick auf die Produktion .....	25
1. Klimafaktoren .....	25
2. Bodenfaktoren .....	26
3. Einflüsse des Menschen .....	26
VI. Untersuchung von Stoffkreisläufen in den Ökosystemen .....	26
C. Sonstige Erfordernisse	
I. Darstellung der Ergebnisse, Fehlergrenzen .....	27
II. Beratung, Schulung und Koordination .....	27
III. Zusammenwirken mit bereits laufenden internationalen Projekten .....	28
IV. Schutz der Untersuchungsflächen .....	28

## Vorwort

Die erste allgemein zugängliche Formulierung eines vorläufigen Programmes für das Subkomitee AI (Ökologie) wurde im Bericht des Internationalen Planungskomitees am 15. November 1963 veröffentlicht. Dieser Arbeitsplan enthielt die Vorschläge, auf die man sich bei den internationalen Zusammenkünften in Zürich (Mai 1961), Rom (November 1962) und Brüssel (Oktober 1963) geeinigt hatte. Bis dahin konzentrierten sich die meisten Beratungen auf die primäre Produktion. Im Dezember 1963 fand ein Symposium in Paris statt, das sich ausschliesslich mit der sekundären Produktion befasste.

In weiteren Diskussionen wurde versucht, das Programm des Subkomitees A I auf die Programme der Subkomitees A II (Physiologie) und A III (Naturschutz) sowie des neugeschaffenen Komitees E (Nutzung und Erhaltung der biologischen Hilfsquellen) abzustimmen. Ausserdem konnten in dem vorliegenden Bericht Wünsche und Anregungen berücksichtigt werden, die inzwischen von verschiedenen nationalen IBP-Komitees vorgebracht worden waren.

Ein abgeändertes und verbessertes Programm wurde als Diskussionsgrundlage für das IBP-Treffen vom 23. bis 26. Juli ausgearbeitet. Als Resultat der Pariser Verhandlungen kam schliesslich der folgende Bericht zustande.

### A. Ziele und Grundsätze

#### *I. Ziele*

Das Internationale Biologische Programm steht unter dem allgemeinen Thema: «Die biologischen Grundlagen der Produktivität und der menschlichen Wohlfahrt.»

Innerhalb dieses Programmes befasst sich das ökologische Subkomitee mit der Bestimmung der primären und sekundären Stoffproduktion von Land-Lebensgemeinschaften. Um die Produktivitätswerte kausal verstehen zu können, sind Untersuchungen von Umweltfaktoren nötig, insbesondere von Klima- und Bodenfaktoren sowie von Einflüssen des Menschen.

Als erdumspannendes Unternehmen bietet das Programm Ökologen in aller Welt eine einzigartige Gelegenheit zu exakt vergleichbaren und gleichzeitigen Untersuchungen wichtiger Lebensgemeinschaften, und zwar sowohl natürlicher wie vom Menschen beeinflusster. In der praktischen Arbeit können dabei zwei Stufen unterschieden werden:

- (a) Untersuchungen an wenigen, gut ausgewählten Punkten der Erde, wo sich Institute intensiv mit Fragen der biologischen Produktion befassen. Dabei sollen Arbeitsmethoden überprüft und ausgewählt oder neu entwickelt werden.
  - (b) Ausdehnung des Arbeitsprogrammes auf Gegenden, in denen bisher noch keine Produktivitäts-Untersuchungen stattfanden, mit dem Ziel, ein erdumspannendes und möglichst engmaschiges Netz von Probeflächen zu haben, auf denen Stoffproduktion, Energiehaushalt sowie Stoff- und Wasserkreislauf von wichtigen Lebensgemeinschaften untersucht werden.
- Das hier vorgelegte Programm ist noch nicht endgültig und sollte durch weitere Vorschläge verbessert und präzisiert werden, um zu gewährleisten, dass das endgültige Programm praktisch durchführbar und wissenschaftlich ertragreich sein wird.

## *II. Allgemeine Gesichtspunkte*

Im Bereich der terrestrischen Ökologie sind die verschiedenartigsten Forschungsprojekte und internationalen Programme denkbar, und jeder Botaniker oder Zoologe wird den Schwerpunkt auf ein anderes Gebiet legen wollen. Als einigendes Band für ein internationales biologisches Programm können aber Untersuchungen gelten, die sich um die organische Produktion und den biologischen Abbau unter verschiedenen Standortsbedingungen gruppieren. Sie sollten deshalb das Kernstück aller im Bereich des IBP zu planenden ökologischen Untersuchungen von Land-Lebensgemeinschaften bilden.

Analysen der produzierten organischen Substanz können Aufschluss geben über den Kreislauf der Energie und der Stoffe, über die Eiweißproduktion, über den Einfluss von Luft- oder Wasserverunreinigungen usw. Die Wechselwirkungen zwischen Produktion und biologischer Mannigfaltigkeit, zwischen der Struktur der Lebensgemeinschaften und den einzelnen Lebewesen in ihnen, sollten ebenso gut studiert werden wie die Umweltfaktoren, z. B. Klima und Boden.

Vorrang haben unbedingt jene Projekte, die ohne internationale Zusammenarbeit gar nicht verwirklicht werden könnten, und jene Lebensgemeinschaften, die wegen der zunehmenden Eingriffe in ihre Umwelt von der Vernichtung bedroht sind und dringend einer Untersuchung bedürfen.

Das Forschungsprogramm des ökologischen Subkomitees ist im besten Sinne des Wortes «biologisch», indem es viele Fachrichtungen der Biologie vereinigt und engste Zusammenarbeit zwischen Botanikern und Zoologen verlangt, und zwar nicht nur in ökologischer, sondern auch in taxonomischer

und physiologischer Hinsicht. Die geplanten Untersuchungen wären nicht möglich ohne Unterstützung durch Vertreter von Nachbardisziplinen, z. B. von Meteorologen, Geologen, Pedologen, Ethnologen und Geographen, Agronomen und Forstwissenschaftlern.

Wenn das Programm als Ganzes aktionsfähig sein soll, sind Schulungsmöglichkeiten für junge Mitarbeiter, regionale Beratungs- und Koordinierungs-Komitees sowie Sammel- und Verarbeitungszentren für die zahlreich anfallenden Daten von grosser Bedeutung. Es sollte auch die Möglichkeit bestehen, Proben zum Bestimmen von Pflanzen- oder Tierarten an zentrale Fachstellen einsenden zu können. Besonders enge Zusammenarbeit ist nötig mit den Subkomitees für den Schutz (A III) und die Physiologie (A II) der Land-Lebensgemeinschaften.

In diesem Bericht trennen wir die primäre von der sekundären Produktion, d. h. vom Stoffhaushalt der abbauenden Organismen und der Tiere, die die primäre Produktion nutzen. Theoretisch und methodisch ist das berechtigt, bei der praktischen Durchführung des Programms kann und darf aber keine Trennungslinie gezogen werden, da die Sekundärproduzenten in bezug auf ihre Nahrung ganz von den Primärproduzenten abhängen und die Primärproduktion in verschiedener Weise beeinflussen.

### *III. Zeitplan für die Verwirklichung des Programmes*

Obwohl seit 1961 verschiedene Zusammenkünfte stattfanden, ist das Programm des Subkomitees A I noch weit davon entfernt, endgültig festgelegt zu sein. Unglücklicherweise war es aus Geldmangel bis jetzt unmöglich, Vertreter aller Kontinente und Länder gleichmässig zu den Beratungen heranzuziehen. Mit Rücksicht auf diese Einschränkungen sind wir zum folgenden Zeitplan gekommen, der zwei aufeinanderfolgende Phasen vorsieht:

#### 1. Phase (mindestens 3 Jahre):

Fortsetzung der Planungsarbeiten. Zusammenkünfte zur Abklärung technischer Einzelheiten, grundlegende Untersuchungen zur Auswahl und Weiterentwicklung von Arbeitsmethoden sowie Prüfung ihrer allgemeinen Anwendbarkeit. Erprobung des Zusammenwirkens von Wissenschaftlern verschiedener Fachrichtungen bei der Untersuchung gemeinsamer Probeflächen. Ausarbeiten eines methodologischen Handbuchs, Schulung von jungen Mitarbeitern. In dieser Phase genügt die Mitarbeit einiger gut ausgerüsteter Institute und Forschungsstationen in den wichtigsten Klimagebieten der Erde.

## 2. Phase (nicht länger als 5 Jahre):

Einbau von möglichst vielen Stationen in das Untersuchungsnetz, um zu einem weltweiten Vergleich der Ergebnisse zu kommen. Diese Forschungsstationen müssen bestimmten, genau festgelegten Mindest-Anforderungen in bezug auf Apparaturen und betreuendes Personal genügen, um vergleichbare Daten liefern zu können.

## B. Vorgesehene Untersuchungen

### *I. Auswahl der Probeflächen und Lebensgemeinschaften*

Die zu untersuchenden Probeflächen sollten einerseits so ausgewählt werden, dass sie gestatten, verschiedenartige Lebensgemeinschaften (Biozöosen) auf gleichem Boden, in gleicher topographischer Lage und unter gleichem Klima zu studieren, damit man prüfen kann, bis zu welchem Grade Organismen-Gemeinschaften verschiedener Struktur in der Lage sind, dieselbe anorganische Umwelt für die primäre und sekundäre Produktion zu nutzen. Andererseits sollte es die Gesamtheit der ausgewählten Probeflächen gestatten, die Wirkung verschiedener Standortfaktoren sowie die Bedeutung verschiedener Entwicklungszustände gleichartiger Lebensgemeinschaften auf deren Produktivität zu erforschen. Vielleicht könnten weitere Flächen eingerichtet werden, auf denen untersucht wird, bis zu welchem Grade die natürliche Produktivität durch acker- und waldbauliche Massnahmen gesteigert werden kann. Die Probeflächen sollten also Ökosysteme folgenden Charakters umfassen:

- (a) natürliche oder möglichst naturnahe,
- (b) vom Menschen mehr oder weniger beeinflusste,
- (c) experimentell geschaffene oder zumindest intensiv bewirtschaftete.

Probeflächen, die vom Menschen nur wenig beeinflusst sind und deren Lebensgemeinschaften Folgen der natürlichen Selektion darstellen, sind in der Regel eine gute Vergleichsbasis, um den Wirkungsgrad der menschlichen Massnahmen auf die natürlichen Produktionsbedingungen abschätzen zu können. Viele solcher naturnaher Lebensgemeinschaften werden heute in zunehmendem Masse zerstört, verändert oder durch Luft- oder Wasser-Verunreinigungen beeinflusst, so dass es dringend nötig ist, eine repräsentative Auswahl von ihnen zu schützen und wissenschaftlich zu untersuchen.

Stark vom Menschen veränderte Probestellen dagegen lassen erlauben, wie weit es heute möglich ist, die natürliche Produktivität zu steigern, indem man die Standortfaktoren, das Artengefüge und die Struktur der Biozönose oder das Verhältnis von Tieren zu Pflanzen verändert. Besonders zu achten ist dabei auf den laufend vom Menschen genutzten Anteil an der jeweiligen Produktion, vor allem dort, wo Haustiere auf Flächen mit natürlicher Vegetation gehalten werden, oder wo man anstrebt, Wildtiere für die menschliche Ernährung nutzbar zu machen.

Die Biozönosen sollten so ausgewählt werden, dass sie repräsentativ sind für die wichtigsten und räumlich sehr ausgedehnten Ökosysteme. Aussergewöhnliche Gegebenheiten sollten nur berücksichtigt werden, falls sie besonders aufschlussreich sind, z.B. datierbare Lavaströme oder durch Gletscherrückgang freigelegte Flächen, die genaue Studien der im Laufe der Bodenbildung zunehmenden Produktivität erlauben. In vielen Gegenden wird es möglich sein, eng benachbarte natürliche und künstliche Lebensgemeinschaften auf gleichen oder doch sehr ähnlichen Standorten zu studieren.

Für die menschliche Ernährung bedeutsame Kulturpflanzen sollten in das IBP einbezogen und womöglich in ihrem gesamten Verbreitungsbereich untersucht werden. Getreidearten sind in dieser Hinsicht besonders wichtig (z.B. Hafer, Mais und Reis), weil sie den Hauptbestandteil der menschlichen Nahrung bilden und, einander überschneidend, von der Arktis bis zum Äquator angebaut werden. Forstbäume (z.B. *Pinus radiata* und *Pseudotsuga taxifolia*), die zwar eine beschränkte natürliche Verbreitung haben, jedoch sehr häufig angepflanzt werden, sollten ebenfalls berücksichtigt werden.

In mehrfacher Hinsicht interessant sind Pflanzenbestände, die nach den örtlichen Erfahrungen als höchstproduktiv gelten dürfen, z.B. gut gedüngte Äcker, intensiv genutzte Weiden oder Baumpflanzungen mit dichtem Kronenschluss. Denn es ist wichtig zu wissen, welche maximale Produktion man heute aus den verschiedenen Klimazonen der Erde herausholen kann. Ein gutes Beispiel hierfür wurde vom IBP-Komitee der USA-Nationalakademie der Wissenschaften angeführt: «Über die Produktivität der Tropenwälder gibt es nur wenige wissenschaftliche Daten, und es müssten viel wirksamere Mittel gefunden werden, um diese unerschöpfliche Quelle auszunützen, als die übliche Wanderkultur oder extensive Beweidung.»

Als Grundlage für die Auswahl von repräsentativen natürlichen und halbnatürlichen Standorten und Biozönosen auf weltweiter Ebene und zugleich als Inventarisierungsmittel für deren Vergleich und Klassifikation, soll in Gemeinschaftsarbeit mit dem Subkomitee A III ein Aufnahmeformular entwickelt werden, das die Verwendung von Lochkarten gestattet.

## *II. Beschreibung der zu untersuchenden natürlichen und halbnatürlichen Lebensgemeinschaften*

Die Artenzusammensetzung der Biozönosen sollte so vollständig wie möglich beschrieben werden, und zwar sowohl taxonomisch als auch ökologisch, um die Probeflächen einwandfrei vergleichen und wissenschaftlich so vielseitig wie möglich ausnutzen zu können. Aufzeichnungen über die phänologische Entwicklung der wichtigsten Arten sind unerlässlich, um den Jahresrhythmus der Produktivität verständlich zu machen. Möglicherweise müssen diese ergänzt werden durch Daten, die ausserhalb des Probeflächen-Netzes gewonnen wurden.

Für jede Probefläche sollte die vertikale Schichtung und die horizontale Verteilung der Bäume, Sträucher und wichtigen übrigen Pflanzenarten in Querschnitten und Grundrissen dargestellt werden.

## *III. Bestimmungen der primären Produktion*

### *1. Allgemeines*

Als primäre Produktion bezeichnet man die Stoffproduktion der Pflanzen durch Photosynthese oder Chemosynthese. Bestimmungen der Primärproduktion sollten möglichst in gleichen Zeiträumen und in einem erdumspannenden Beobachtungsnetz durchgeführt werden. Für die zweite Phase des Programmes müssen genügend Probeflächen vorhanden sein, um die räumliche Verteilung der Produktivität auf der Erde wenigstens in den Hauptzügen richtig ermitteln zu können.

Die Methoden der Produktionsmessungen sollten von einem besonderen Komitee überprüft und allgemein empfohlen werden, um die Vergleichbarkeit der Resultate zu sichern. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Pflanzen- und Tiergemeinschaften keine statischen, sondern dynamische Gebilde sind.

### *2. Photosynthetische Produktion*

Allgemeiner Ausgangspunkt für die Beurteilung der photosynthetischen Primärproduktion ist die Netto-Trockensubstanzproduktion der grünen Pflanzen (die englisch meist kurz als «Netto-Assimilation» bezeichnet wird) während eines Jahres oder einer Vegetationsperiode. Die produzierte Stoffmenge kann ermittelt werden durch periodisch wiederholte Messungen der folgenden Grössen:

- (a) jeweilige Biomasse (Gesamtsubstanz) der assimilierenden Pflanzen über und unter der Erde,
- (b) Stoffverluste durch Absterben oder Herabfallen von Pflanzenteilen,

- (c) Stoffentnahme durch den Menschen (Ernte oder andere Nutzung),
- (d) Stoffverluste durch Tierfrass (um diese abzuschätzen, müssen sowohl botanische als auch zoologische Methoden angewendet werden).

In jeder Biozönose sollte die Masse der Blätter oder der Blattflächenindex gemessen werden, und zwar parallel zur Bestimmung der Biomasse. Der Blattflächenindex ermöglicht eine ungefähre Beurteilung der Photosyntheseleistung, deren genauere Untersuchung eine Zusammenarbeit mit Physiologen (Subkomitee A II) erforderlich macht. Auf manchen Probeflächen könnten die Messungen der Blattflächenindizes durch Chlorophyllbestimmungen ergänzt werden.

An einigen ausgewählten Stationen im Beobachtungsnetz sollte das Zusammenspiel der Organismen und Kräfte im Ökosystem besonders eingehend analysiert werden. Dabei müssten die Untersuchungen der Primär- und Sekundärproduktion Hand in Hand gehen. Messungen des Energie- und Stoffumsatzes im Ökosystem, der Atmung, der Abbauprozesse usw. können nur an solchen Sonderstationen vorgenommen werden, weil sie eine hochqualifizierte Ausrüstung erfordern, z. B. die Möglichkeit, mit radioaktivem Material umzugehen. Die Zahl der Probeflächen, auf denen so intensive Untersuchungen durchgeführt werden, wird wahrscheinlich nur gering sein, da sie höchste Ansprüche an Zeitaufwand und Geld sowie an erfahrenes und gut geführtes Personal stellen.

Natürlich können nicht alle diese Untersuchungen standardisiert werden, doch muss mit allen Kräften angestrebt werden, zu vergleichbaren Resultaten zu gelangen.

### *3. Chemosynthetische Produktion*

Messungen der chemosynthetischen Produktion sind zurzeit nicht vorgesehen. Wo sie eine wesentliche Rolle spielt, sollte sie aber berücksichtigt werden.

## *IV. Untersuchungen zur sekundären Produktion*

### *1. Allgemeines*

Als sekundäre Produktion bezeichnet man den Stoffaufbau aller heterotrophen Organismen, d. h. aller Tiere und derjenigen Pflanzen, welche direkt oder indirekt von der primär produzierten organischen Substanz zehren, einschliesslich solcher, die sich am Abbau toter organischer Substanzen beteiligen. Wo irgend möglich, sollte die sekundäre Produktion auf denselben Probeflächen untersucht werden wie die primäre, um den Energieumsatz und den Kreislauf der Stoffe in diesen Ökosystemen kennenzulernen. Im

Rahmen des IBP interessieren vor allem drei Aspekte der sekundären Produktion:

- (a) die heute oder in Zukunft vom Menschen unmittelbar zu nutzende Produktion von Tieren, z. B. von Haustieren oder nutzbaren Wildtieren,
- (b) die Tätigkeit von Tieren, die die primäre Produktion vermindern oder steigern, z. B. von vielen Insekten, Vögeln oder Säugetieren, die Frassschäden verursachen,
- (c) die Stoffumsätze im Boden und in dessen Streudecke, die allerdings wohl nur auf wenigen, gut ausgewählten Probeflächen gründlich untersucht werden können.

Um den Stoff- und Energiekreislauf in einer Lebensgemeinschaft richtig beurteilen zu können, müssen nicht nur die wichtigsten Verbraucher der Pflanzensubstanz festgestellt werden, sondern auch die Raubtiere (wenn nötig, durch mehrere Glieder einer Futterkette) und Parasiten. Faunistische Vorstudien sind hierfür unentbehrlich, und in manchen Fällen werden auch taxonomische Untersuchungen erforderlich sein.

Bei den Studien zur sekundären Produktion (bzw. zum sekundären Energieumsatz) sollte der Grad der Ausnutzung der primären Netto-Produktion im Vordergrund stehen. Um die Arbeit zu vereinfachen, genügt es meistens, zu bestimmen, wieviel Prozent von der Primärproduktion in den beiden für Land-Lebensgemeinschaften kennzeichnenden Futterketten verbraucht werden, nämlich:

1. in lebendem Zustand verbrauchte Substanz, und zwar:
  - (a) verbrauchte lebende Blatt- und Stengelmasse,
  - (b) verbrauchte Samen, Früchte und andere gespeicherte Primärproduktion,
2. in totem Zustand oder als Abfall verbrauchte organische Substanz (Detritus-Futterkette).

## 2. *Schätzung der gefressenen Mengen*

Praktisch sind die Prozentsätze (1a) und (1b) leichter zu ermitteln als der Prozentsatz (2); deshalb wird man sich bei letzterem oft mit Differenz-Bestimmungen begnügen müssen. Grundsätzlich sind zwei Wege möglich, um den Grad der Ausnutzung der Primärproduktion zu beurteilen:

1. Abschätzung des Verlustes an Pflanzensubstanz,
2. Abschätzung der Atmung aller Pflanzenfresser in dem untersuchten Ökosystem und Berechnung ihres Nahrungsbedarfes.

Wo irgend möglich, sollten beide Wege beschrritten werden.

Über die erste Stufe der Nutzung der Primärproduktion hinaus werden die Bestimmungen des Stoff- und Energieumsatzes zunehmend schwieriger, ins-

besondere in den Detritus-Futterketten (2). Derartige Untersuchungen werden daher nur an wenigen Stationen durchgeführt werden können, wo Botaniker, Bodenmikrobiologen, Bodenkundler und Bodenzooologen eng zusammenarbeiten.

In vielen Fällen dürfte das Studium von isolierten Populationen oder von einzelnen Gliedern der Futterketten aufschlussreicher sein als der Versuch, den Energieumsatz in dem gesamten, sehr komplizierten Ökosystem zu verfolgen.

Auf den meisten Probestellen wird der Ökologe zumindest die Zahl und Biomasse der vorherrschenden Organismenarten zu bestimmen suchen und sich Rechenschaft darüber geben, als wieviele Glieder sie sich in die Nahrungsketten einfügen. Der Altersaufbau der Populationen, der aus der Kenntnis des Lebensablaufes der betreffenden Organismen erschlossen werden kann, gibt einen Anhalt, um die Geschwindigkeit des Stoffumsatzes abzuschätzen. Ausserdem werden physiologische Indizes (z. B. für Nahrungsaufnahme und -ausnutzung, Respirationsrate und anderen Faktoren des Energieumsatzes) nötig sein, um die im Gelände getroffenen ökologischen Feststellungen in Produktionsdaten umzurechnen.

Nicht für alle Organismengruppen wird es möglich sein, allgemein anwendbare Methoden zur Untersuchung ihrer Produktion zu entwickeln. Deshalb ist eine genaue Beschreibung der Methoden und die Angabe der Streubreite ihrer Ergebnisse unerlässlich.

### *3. Zersetzungs-Vorgänge im Boden*

Bodenorganismen, insbesondere Mikroorganismen (Bakterien, Pilze, Actinomyceten) spielen eine ausserordentlich grosse Rolle bei der Umformung und schliesslichen Mineralisation von Pflanzen- und Tierresten. Mikroorganismen beherrschen die Kreisläufe des Kohlenstoffes, Stickstoffes usw. und teilweise auch die Prozesse der Humusbildung.

Die qualitative und quantitative Bestimmung der Bodenorganismen und die Messung ihrer Aktivität (z. B. bei der Zersetzung von Zellulose, Lignin und Pektin oder bei der Ammonifikation) sind deshalb für das Verständnis der Ökosysteme wichtig. Internationale Zusammenarbeit ist vor allem notwendig beim vergleichenden Studium der Humusbildung unter verschiedenen Klimabedingungen und in verschiedenen Ökosystemen.

Die Bodenbiologen sind international bereits gut organisiert. Sie sind bestrebt, Standardmethoden zu entwickeln oder doch genaue Methodenvergleiche durchzuführen. Mikrobiologen und Zoologen des Bodens sollten aber zu einer noch engeren Zusammenarbeit kommen; diese wird auf den Probestellen des IBP möglich und notwendig sein. In Europa wurde die

Möglichkeit, gemeinsame Methoden zu benutzen, von den Bodenzoologen schon eingehend diskutiert. Auch Mikrobiologen haben hier entsprechende Empfehlungen ausgearbeitet.

Im Rahmen des IBP sollten zumindest die folgenden drei mikrobiologischen Bestimmungen durchgeführt werden:

- (a) Zählungen der Pilze, Bakterien und Aktinomyzeten nach der Plattenmethode,
- (b) Zählungen von Bakterien und Pilzhyphen durch Direktbeobachtungen,
- (c) Schätzung der Aktivität der Mikroorganismen an Hand der Sauerstoff-Aufnahme oder Kohlendioxyd-Abgabe.

Wo entsprechende Einrichtungen vorhanden sind, können diese Bestimmungen ergänzt werden durch Untersuchungen wichtiger Abbauprozesse, z.B. der Zellulose-, Pektin- und Protein-Vergärung.

Um die Untersuchung von Stoffabbau-Vorgängen im Rahmen des IBP besser vorbereiten und organisieren zu können, erscheint es notwendig, dass innerhalb des Subkomitees A I hierfür eine besondere Arbeitsgruppe aufgestellt wird.

## *V. Untersuchung von Umweltfaktoren im Hinblick auf die Produktion*

### *1. Klimafaktoren*

Um die Stoffproduktion zum Klima des Untersuchungsgebietes in Beziehung zu setzen, sollten möglichst die bereits bestehenden meteorologischen Stationsnetze herangezogen werden. Weitere Messstationen, die man für das IBP mitbenutzen kann, werden wahrscheinlich im Rahmen der Internationalen Hydrologischen Dekade errichtet werden. Doch kann das IBP nicht auf eigens durchgeführte Messungen von Klimafaktoren verzichten. Denn man muss sich Rechenschaft darüber geben, dass die pflanzliche Produktion vom Zusammenspiel zahlreicher physikalischer und physiologischer Prozesse abhängt und dass es darauf ankommt, die biologisch wirksamsten Faktoren herauszugreifen. Um dieses Ziel zu erreichen, sollte von Meteorologen und Biologen eine gemeinsame Arbeitsgruppe gebildet werden, die auch die bestgeeigneten Apparate auszuwählen hätte.

Daten des Allgemeinklimas, die wahrscheinlich für das IBP von Bedeutung sein werden, sind Sonneneinstrahlung, Lufttemperatur und -feuchtigkeit, Wind, Niederschlag und Verdunstung. Untersuchungen des Mikroklimas sollten ebenfalls vorgesehen werden, z.B. Messungen von Gradienten (Profilen) der Strahlungsenergie, der Lufttemperatur und -feuchtigkeit, des Windweges, der Kohlendioxyd-Konzentration usw. Um Energie-Bilanzen aufstellen zu können, sollte das Verhältnis von eingestrahelter zu absorbiertes

Energie besonders beachtet werden. Nötigenfalls sind hierfür neue Apparate zu entwickeln.

## *2. Bodenfaktoren*

Erfahrene Bodenkundler sollten zur Hilfe herangezogen werden, um die Bodenprofile der Probestellen zu beschreiben und in das lokale wie auch das weltweite System der Bodentypen einzuordnen. Eine besondere Arbeitsgruppe wird noch zu diskutieren haben, welche Bodenfaktoren im Rahmen des IBP zu berücksichtigen sind. Doch steht schon heute fest, dass in jeder Probestelle die Textur und Struktur, das Gesamtvolumen, der Humusgehalt und pH-Wert sowie die Austauschkapazität und die chemische Zusammensetzung aller durchwurzeltten Horizonte untersucht werden sollten.

Der Wassergehalt des Bodens im Laufe der Vegetationsperiode und seine Extremwerte sollten auf jeden Fall bestimmt und, wenn möglich, ergänzt werden durch Vergleiche von Jahreskurven der realen Wasserversorgung bzw. des Wasserverbrauchs und der potentiellen Evapotranspiration.

## *3. Einflüsse des Menschen*

Struktur und Produktivität vieler Lebensgemeinschaften wurden und werden direkt oder indirekt vom Menschen beeinflusst. Für jede Probestelle müssen seine Eingriffe daher sorgfältig untersucht und beschrieben werden, und zwar sowohl die gegenwärtigen wie die historischen.

## *VI. Untersuchung von Stoffkreisläufen in den Ökosystemen*

Die Untersuchungen der primären Produktion und der verschiedenen Formen der sekundären Produktion sowie der sie beeinflussenden Umweltfaktoren führen zu einem besseren Verständnis des «Funktionierens» der Ökosysteme, ihrer Dynamik. Dieses Verständnis erwächst vor allem aus der Kenntnis der Produktion und des Umsatzes der organischen Stoffe sowie des Energieumsatzes und der Kreisläufe des Wassers, des Kohlenstoffs, des Stickstoffs und anderer wichtiger Elemente.

Um die für die Produktion ausschlaggebenden Elemente zu erkennen und die Qualität der Produktion zu beurteilen, sind chemische Analysen von Pflanzen-, Tier- und Bodenmaterial nötig. Diese Analysen müssen mit vergleichbaren Methoden ausgeführt und geeignete Institute zur Mitarbeit gewonnen werden. Vor allem kommen folgende Elemente in Frage: N, P, K, Ca, Mg, Mn, Fe, B, S, Mo und andere als wirksam erkannte Spurenelemente. An den intensiv arbeitenden Stationen sollten die produzierten Substanzen ausserdem auf ihren Gehalt an Eiweiss, Kohlehydraten, Vitaminen, Knochensubstanz, Fett o. dgl. analysiert werden.

Chemische Untersuchungen der produzierten Stoffe erlauben Qualitätsvergleiche von Anfangs- und Endprodukten der Stoffumsätze zwischen Pflanzen und Tieren verschiedener taxonomischer Gruppen. Die geographische Variabilität und die biochemische Aktivität bestimmter Pflanzen oder Tiere bieten vielleicht manchen Ländern bedeutende, bisher noch unbekannte Nutzungsmöglichkeiten, z.B. im Hinblick auf Kohlehydrate, Öle, Aminosäuren, Nukleinsäuren, Pigmente, Terpentine usw.

Besonderes Gewicht sollte auf das Herausfinden von Wild- und Kulturpflanzen gelegt werden, die fähig sind zu maximaler Photosynthese pro Einheit Blattfläche (bzw. Bodenfläche) oder aber zu maximaler Produktion von Proteinen oder Aminosäuren, die für die menschliche Ernährung notwendig sind.

Die Probleme der Ammonifikation, Nitrifikation und Stickstoffbindung sollten in enger Zusammenarbeit mit Subkomitee A II studiert werden. Besondere Aufmerksamkeit verdient die Bildung von Wurzelknöllchen in verschiedenen Klimazonen und bei verschiedenen Pflanzengruppen, vor allem bei Nicht-Leguminosen.

Analysen der Luft sind möglicherweise ebenfalls erforderlich, sollten aber auf Stoffe beschränkt werden, die (wie z.B. das Kohlendioxyd) die Photosynthese beeinflussen oder sonst eine wesentliche Rolle im Stoffkreislauf der Ökosysteme spielen.

## C. Sonstige Erfordernisse

### *I. Darstellung der Ergebnisse, Fehlergrenzen*

Die Untersuchungsergebnisse sollten in allgemein anerkannten Masseneinheiten angegeben und die Produktionsmessungen auf Bodenflächen- und Zeiteinheiten bezogen werden. Messungen der Energieumsätze und Biomassen erfolgen am besten in Kalorien.

Die Genauigkeit und Reproduzierbarkeit sowie die Fehlergrenzen der Ergebnisse sollten stets mitgeteilt werden. Solche Angaben lassen beurteilen, ob die von Ort zu Ort und von Zeit zu Zeit festgestellten Unterschiede in der Produktion statistisch gesichert sind oder nicht.

### *II. Beratung, Schulung und Koordination*

Bei der Auswahl von Probeflächen und bei der Organisation der Feldarbeiten werden manche Probleme entstehen, die von den örtlichen Biologen allein nicht gelöst werden können. Für solche Fälle sollte ein besonderer

Stab (oder ein regionales Komitee) von Beratern zur Verfügung stehen, die eine einheitliche Durchführung des IBP sichern.

Während der ersten Phase des IBP sollte besonderes Gewicht auf das Entwickeln und Testen von Methoden gelegt werden sowie auf die Art der Zusammenstellung und Darstellung der Ergebnisse, damit einwandfreie Vergleiche zwischen den verschiedenen Ökosystemen möglich werden.

Nach Bedarf müssen besondere Arbeitsgruppen zur Auswahl und Empfehlung von Methoden gebildet werden. Der Austausch von Mitarbeitern zum Erlernen und Diskutieren der Methoden wird ausserdem dazu beitragen, einen hohen Grad von Vergleichbarkeit der Messergebnisse zu sichern.

### *III. Zusammenwirken mit bereits laufenden internationalen Projekten*

Internationale und nationale Untersuchungsvorhaben, die sich ganz oder teilweise mit den Zielen des IBP decken, sollten unterstützt oder in die Planung einbezogen werden. Unter den internationalen Projekten oder Körperschaften seien als Beispiele genannt das «Komitee für biologische Schädlingsbekämpfung» der Internationalen Biologenunion (IUBS), das UNESCO/FAO-Projekt einer Weltkartierung der Vegetation, die von der FAO, UNESCO und WMO gemeinsam aufgestellte «Agroklimatische Arbeitsgruppe», das «Komitee für Öko-Physiologie» der UNESCO, die Programme der UNESCO für die ariden Gebiete und für die Feuchttropen, die «Sektion Standortkunde» der Internationalen Union der forstlichen Versuchs- und Forschungsinstitute (IUFRO), die «Internationale Hydrologische Dekade» der UNESCO, die «Kommission für pflanzliche Rohstoffe» der IUBS und UNESCO usw. In der Antarktis ist eine enge Zusammenarbeit mit dem «Speziellen Komitee für Antarktis-Forschung» (SCAR) erforderlich.

### *IV. Schutz der Untersuchungsflächen*

Alle Untersuchungsflächen müssen während der Durchführung des IBP und möglichst auch später geschützt werden gegen Eingriffe, die ihren wissenschaftlichen Wert beeinträchtigen könnten. In manchen Fällen werden Geldmittel erforderlich sein, um diesen Schutz zu gewährleisten, und ausserdem, um für jede Probestfläche eine Pufferzone zu sichern, die dazu dient, die von anders gearteten Biozönosen und Standorten ausgehenden Randwirkungen herabzusetzen.

International Biological Programme  
of the  
International Council of Scientific Unions

Project A I

PRODUCTIVITY OF TERRESTRIAL COMMUNITIES—ECOLOGY

*Proposals accepted at the Paris Meeting July, 23rd to 26th 1964*

*Introductory note:* This version is to be considered as provisional and not as official. The final redaction will be published in the early future in No. 2 of "IBP News", together with the programmes of the other Subcommittees.

As a consequence of a rearrangement, there will be no further reference to Subcommittee A I, but reference will be to PT (Productivity of Terrestrial Communities). Prof. Dr. H. ELLENBERG who had served as convenor since the beginning has resigned and became deputy convenor. This is due to the fact that Prof. ELLENBERG is overburdened with other duties. In addition to that, he lacked sufficient financial support. He is replaced by the zoologist Prof. Dr. F. BOURLIÈRE, Faculté de Médecine, 45, rue des Saints-Pères, Paris-6<sup>e</sup>, who assumed the task as convenor of PT.

Contents

	Page
Foreword .....	30
A. Aims and Principles	
I. Scope .....	30
II. Basic Principles and Requirements .....	31
III. Time-Table for Implementation of the Programme .....	32
B. Operational Measures	
I. Selection of Sites and Communities .....	32
1. Sites .....	32
2. Communities .....	33
II. Description of Studied Natural or Seminatural Communities .....	34
III. Primary Production .....	34
1. General Considerations .....	34
2. Photosynthetic Production .....	34
3. Chemosynthetic Production .....	35

IV. Secondary Production .....	35
1. General Considerations .....	35
2. Estimate of Grazing Activities .....	36
3. Decomposer Cycle .....	37
V. The Study of the Environment in Relation to Production .....	38
1. Climate .....	38
2. Soil .....	38
3. Impact of Man .....	39
VI. The Study of Ecosystem Processes .....	39
C. General Coordinations	
I. Presentation of Results, Limits of Error .....	40
II. Advisory, Training, and Coordinating Service .....	40
III. Correlation with Existing Research Projects .....	40
IV. Protection of Research Sites .....	40

## Foreword

The first generally available statement of the draft programme of Subcommittee A I Ecology was in the IBP Report of the International Planning Committee dated 15th November 1963. This incorporated the proposals of international meetings in Zürich (May 1961), Rome (November 1962) and Brussels (October 1963). Up to that time most attention had been given to primary productivity, but in December 1963, a meeting on secondary productivity was arranged in Paris.

Further discussions followed on questions such as how the programme of Subcommittee A I should be related to A II and A III, on the one hand, and to the proposed Subcommittee E: Use and Management of Biological Resources, on the other. In addition, the views of several IBP National Committees became available.

A modified programme was prepared in the light of these developments for discussion at the IBP Assembly in Paris on July 23rd to 26th and the following statement was accepted there.

### A. Aims and Principles

#### *I. Scope*

The International Biological Programme (IBP) is concerned with "The Biological Basis of Productivity and Human Welfare".

Within this programme, the Ecology Subcommittee is responsible for the measurement of biological production, both primary and secondary, of land

communities. In order to interpret the productivity data, supporting environmental studies, e.g. of climate, soil and the influence of man, are essential.

The Programme provides an unprecedented opportunity for biologists to obtain truly comparable records of fundamental biological quantities for terrestrial communities, both natural and man modified, on a world scale. Two aspects may be identified:

- (a) research at a restricted number of specialized centres where intensive biological studies related to production are carried on and new techniques tested and developed,
- (b) the extension of research to new areas to provide a more complete world coverage of basic production data, energy flow, mineral cycling, and water cycling.

When actual projects are proposed by the biologists concerned, a further review will be necessary in order to ensure that the final programme is both practicable and scientifically productive.

## *II. Basic Principles and Requirements*

Many different kinds of contribution can be related to the section of IBP concerned with terrestrial ecology, and the emphasis will vary according to local interests and priorities. Nevertheless studies of organic production and decomposition at different trophic levels seem to provide a unifying factor and should be a fundamental part of every project in terrestrial ecology.

Analysis of dry matter can provide basic data on energy flow, protein production, mineral cycling, environmental pollution etc. The interrelationships between production and biological diversity, community structure and the living organisms of different communities can be examined as well as environmental factors such as climate or soil.

Priority should be given to projects which require international cooperation and which, because of changing world conditions, are urgently in need of study.

The research envisaged by the Ecology Subcommittee is truly biological, being multi-disciplinary in approach and requiring close cooperation between plant and animal biologists representing a wide variety of interests in addition to ecology, e.g. taxonomy and physiology.

The assistance of scientists is required in related disciplines, e.g. meteorology, pedology, ethnology, geography and geology, agronomy and forestry.

The need for training facilities, regional coordinating committees and processing centres for handling data and where necessary analyzing biologic samples is of prime importance if the programme is to function as an entity.

Especially close liaison is required with the subcommittees concerned with conservation and physiology.

In this report it is convenient to separate the studies into primary and secondary production (i. e. decomposers—the utilizers of primary production), but it is essential in practice that these be closely integrated, since the secondary producers are dependent upon primary producers for food and affect primary production in multiple ways.

### *III. Time-Table for Implementation of the Programme*

Despite several meetings since 1961, the programme of Subcommittee AI is still far from completion. Unfortunately, lack of money has made it impossible up to the present to incorporate on an equal level all continents and countries which are interested in an IBP. Taking these limitations into consideration, the following time-table has been drawn up with two successive phases.

- Phase 1 (at least three years). Continuation of planning: Meetings to clarify details of the programme; Basic research to select and develop methods and to ensure their comparability; Exploratory cooperation between scientists of different disciplines; Production of a manual of methodology; Training of collaborators. For this phase, a few well equipped stations in the major climatic belts of the world are sufficient.
- Phase 2 (not more than five years). Incorporating as many stations as possible in many countries to ensure world-wide collection of data. These stations must meet certain agreed minimum requirements, in order to produce comparable data.

## B. Operational Measures

### *I. Selection of Sites and Communities*

#### *1. Sites*

Sites for study should be selected to permit comparisons to be made of different communities on areas of similar soil, topography and climate so as to test the degree to which different biotas have evolved comparable efficiencies in the production and utilization of primary production. Additional sites may be chosen to investigate the effects on production of variables such as soil, topographic position and exposure, community physiognomy and age of stand. Still other sites would, it is hoped, be selected to show experimentally how the “natural” production can be increased through the application of agricultural and silvicultural techniques. So the sites studied will vary from:

- (a) natural, or as near natural as now exist, through
- (b) a range of man-modified communities to the
- (c) experimental and other highly artificial systems of agriculturalists, horticulturalists and foresters.

The sites little modified by man, which owe their productivity to natural selection, provide a valuable base against which to evaluate the effects of human activities on natural resources. These sites are being so rapidly destroyed, modified or polluted that it is a matter of urgency that some be preserved and studied as soon as possible.

The sites highly modified by man will give a measure of man's present ability in different regions to change the amount and form of production, for example by varying the environment, species of organisms present, community structure and plant/animal relationships.

Particular attention should be paid to determining the proportion of the total biological production currently harvested by man. This is of special importance where domestic herbivores are ranched on areas of wild vegetation and where attempts are being made, or will be made, to make wild herbivores an important source of human food.

## 2. *Communities*

The communities should be selected carefully to be representative of significant major ecosystems and to take advantage of special situations, such as dated lava flows or land exposed by glacial retreat, which permit precise time studies. Similarly it is possible in certain regions to compare adjacent natural and artificial communities on the same site or to study plant species important for human welfare over their geographic range.

Cereals (e.g. oat, maize and rice) are important in this respect for they form the principal component of man's diet and extend from arctic regions to the equator. Trees (e.g. *Pinus radiata*, *Pseudotsuga taxifolia*) of restricted natural range but widely planted should be considered also.

Of manifold importance are communities which, from regional experience, are considered most productive, e.g. artificial grasslands, well manured field crops or tree plantations with dense canopy, since it would be of value to know the maximum primary production being obtained now in the principal biogeographical regions of the world. A good example is suggested by the USA National Academy of Sciences, IBP Committee, as follows: "There is a paucity of data on the productivity of tropical forests, and there must be found more efficient ways of utilizing this tremendous resource than by the application of 'grassland psychology' to it by growing maize and sugarcane."

As a basis for selection of representative natural and seminatural sites and biocoenoses on a world-wide scale, and as an inventory for comparison and classification, a joint recording scheme is being worked out with Subcommittee A III: Conservation.

## *II. Description of Studied Natural or Seminatural Communities*

Every effort must be made to describe adequately the specific community composition, both taxonomically and ecologically, in order to permit valid comparison between stations. Records of the phenology of important species of the community are necessary to interpret the annual rhythm of productivity and these may need to be supplemented by records taken outside the network of production study sites.

At each field station, vertical stratification and horizontal variability of the community should be shown by transects and maps.

## *III. Primary Production*

### *1. General Considerations*

Primary production is concerned with the production of plant organic matter by photosynthesis and chemosynthesis.

General investigations of primary production should be carried on at a global network of sites. These must be sufficient to characterize broadly the overall system of terrestrial production. Production studies should be based on methods which have yet to be considered and recommended by the Subcommittee AI and should take into account the dynamic nature of plant/animal communities.

### *2. Photosynthetic Production*

A general starting point for comparing photosynthetic primary production is the cumulative course of "net assimilation" (net dry matter production of green plants) over the year(s) or vegetation period(s). This can be determined by the sum total of the following features determined periodically through the year:

- (a) biomass change of photosynthetic plants above and below ground,
- (b) plant losses by death and dropping of parts,
- (c) man's harvest (in some cases),
- (d) consumption of photosynthetic plants by animals (botanical and zoological methods will be used to estimate amount lost).

The amount of leaves, or leaf area index, should be measured in each community, in parallel with the determinations of biomass. Leaf area index permits a better understanding of photosynthesis and permits cooperation with the physiology section. At principal stations these could be supplemented by chlorophyll investigations.

At some sites within the global network additional intensive effort should be concentrated on studying the detailed functioning of ecosystems and here it is essential to combine intimately primary and secondary production investigations. Research on primary production at these sites may involve detailed studies of energy flow and the movement of materials through ecosystems, respiration, pollution, decomposition processes, etc. Elaborate equipment is likely to be needed; for example facilities for handling radioactive material.

Clearly, all these studies cannot be standardized but every effort must be made to ensure that the data obtained are inter-comparable and therefore are readily applicable in the general IBP. The sites of intensive study must be small in number since they will be demanding of time, money and skilled and well directed personnel.

### *3. Chemosynthetic Production*

Additional measurements of chemosynthesis are envisaged where relevant.

## *IV. Secondary Production*

### *1. General Considerations*

Secondary production which includes the activities of decomposers, concerns the role of organisms which are not responsible for photosynthesis or chemosynthesis, but utilize plant production. Where possible, secondary production should be studied only on sites where relevant parts of primary production are being investigated. Investigations on secondary production will be concerned particularly with energy flow and the circulation of materials within ecosystems. There are three main aspects of secondary production which should figure prominently in the IBP:

- (a) there are those aspects directly related to man's current and possible needs, such as investigations of communities containing animals which are important, or potentially important, to man,
- (b) there are the detailed studies concerned with the activity of animals which can bring about decreases or increases in primary production, for example the feeding activities of many invertebrates, birds and mammals,

- (c) there is the need for a thorough understanding at a limited number of sites, of the processes occurring within the soil and litter layers which are responsible for the circulation of materials within an ecosystem.

To obtain estimates of secondary and subsequent levels of production, it is necessary to determine the major consumers of vegetation and also the predators (sometimes through several links of a food chain) and parasites. This will necessitate pioneer faunistic surveys and a considerable extension of taxonomic studies.

The primary emphasis in secondary production (or more properly secondary energy flow) should be directed towards determining the utilization of net primary production. As a simplified working model it may be convenient to consider determining the percentage of primary production that is utilized in two basic food chains that are characteristic of most terrestrial ecosystems, namely:

- (1a) % living foliage consumed,
- (1b) % seeds, fruits and other stored primary production consumed,
- (2) % consumed as detritus or dead organic matter (detritus food chain).

## 2. *Estimate of Grazing Activities*

Where predators or other consumers are important, their role in energy flow should be considered.

In practice, the amount and utilization of (1a) and (1b) are more easily determined than (2), but in some circumstances adequate estimates of (2) can be obtained by difference.

Two basic approaches are possible for estimating the utilization of primary production:

1. Estimation of removal rate as, for example, measuring the parts removed from plants,
2. Estimation of the respiration of the standing crop of grazers and knowing the assimilation efficiency, calculating the food requirements as per cent of total net primary production.

Where possible both approaches should be used.

Measurements beyond these first steps in utilization are more difficult, especially in detritus food chains. Such studies will, almost certainly, have to be restricted to a few centres where there is close integration between botanists, soil microbiologists, pedologists and soil zoologists.

In many cases intensive studies of specific populations or portions of food chains will be more informative than attempting to study the energy flow pattern of a complex ecosystem.

In most situations, the field ecologist will have to determine the numbers and biomasses of the dominant organisms and the relations of these organisms to the trophic levels in which they occur. The age structure of populations should be determined from life table data or some other suitable procedure to give estimates on turnover. Physiological indices (food intake and utilization, respiratory rates and energy conversion factors) will be necessary to convert basic ecological data into production values.

In the study of many groups of organisms it will not be possible to produce methods of universal application. It is important, therefore that all methods are described adequately and statistical errors given.

### *3. The Decomposer Cycle*

Soil organisms, and in particular, the microbes (bacteria, fungi and actinomycetes) play a most important role in the transformation of animal and plant residues and in their final return to the soil on complete mineralization. The micro-organisms control the cycling such as that of carbon or nitrogen and sometimes may inhibit the normal processes of humus formation.

The qualitative and quantitative study of the numbers of soil organisms and the measurement of the intensity of their various activities (for example, decomposition of cellulose, lignin, pectin and processes such as ammonification) are some of the most important problems in ecology.

The comparative study of the formation of humus and its nature under different climates and in the principal ecosystems corresponding to these climates, is one of the most pressing for international cooperative study.

Soil biologists are well organized on an international scale. They attach considerable importance to the development of standard methods or at least exchanging information on methods so that they can ensure comparability of results. It is essential that soil zoologists and soil microbiologists work in close relationship at the selected sites.

European soil zoologists have already discussed the possibility of using common methods. The microbiologists are also in a position to make recommendations on standard methods.

The soil microbiologists should make three basic measurements:

- (a) a count of the fungi, bacteria and actinomycetes as determined by a dilution plate estimation,
- (b) a direct measure of the number of bacteria and the amount of fungal hyphae present, and

- (c) an estimation of microbial activity as measured by oxygen uptake and carbon dioxide output.

Where facilities are available these measures may be supplemented by a number of additional estimates of particular processes such as cellulose, pectin, and protein decomposition.

In all discussions on the decomposer cycle the view has been expressed that Subcommittee A I should establish a Working Group to deal with the organization of all investigations of the decomposer cycle.

## *V. The Study of the Environment in Relation to Production*

### *1. Climate*

Existing meteorological networks should be used so far as possible to relate production to regional climate. Under the programme of the International Hydrological Decade, new climatologic stations may be established to measure climatic parameters and it should be possible to exploit these measurements for IBP. However, it must be recognized that the relation between plant productivity and climate depends on the interplay of many complex physical and physiological processes and there is a need to distinguish those climatic elements of the greatest biological significance. Joint working parties of meteorologists and biologists should be set up to consider this and also the most appropriate types of equipment to use.

Climatic parameters likely to be relevant to IBP are solar radiation, air temperature and humidity, wind, precipitation and evaporation. Relevant microclimatological measurements of net radiation, solar radiation profiles, wind profiles, temperature and humidity profiles, carbon dioxide profiles, etc. should be made. Because of the importance of energy budgets, attention should be paid to the measurement of incoming and net radiation and where necessary new apparatus developed for measuring flow of radiant energy in relation to the community.

### *2. Soil*

The aid of locally experienced pedologists must be sought for the description of soil profiles and to relate these to the local and largescale world soil maps and types accepted by soil scientists. Working parties to discuss the more important soil features to record are needed, but soil texture, structure, total volume, humus content, pH, exchange capacity and chemical composition for the horizons used by plants, should be recorded at every station.

Soil water distribution during the growing season and at the wettest and driest parts of the year, should be given and supplemented, where possible,

by comparisons of actual water supply and use with potential evapotranspiration graphed through the year(s).

### *3. Impact of Man*

Structure and productivity of many communities are modified directly or indirectly by man; past or present interference by man must carefully be assayed in each research area.

## *VI. The Study of Ecosystem Processes*

The study of primary production, diverse forms of secondary production and environmental factors permits a better understanding of the functioning of ecosystems at different trophic levels. This understanding must be based on knowledge of organic production and turnover, energy flow and the circulation of water, carbon and other essential biogeochemical elements. Chemical analysis of plant, animal and soil material is necessary to discover any chemical factors controlling production and to measure the quality of the organic matter present. Analysis must be carried out in a comparable way and the cooperation of suitable institutes with suitable facilities sought. The analysis will be for chemical elements such as N, P, K, Ca, Mg, Mn, Fe, B, S, Mo, etc. Energy determinations by calorimetry will also be needed and possibly, features such as protein, carbohydrates, vitamins, bone, fat content, etc. at the sites of detailed study. Problems of nitrification and nitrogen fixation should be studied in collaboration with group A2. In particular, the formation of root nodules for fixing nitrogen should be studied in different climatic zones and in different taxonomic groups, special attention being paid to non-leguminous plants. Air analysis may also be important but should be restricted to factors influencing photosynthesis, e. g. carbon dioxide level.

Chemical studies may also provide information on the qualitative production of ecosystems, comparisons can be made of the initial and terminal products of the metabolism of the plants and animals of different taxonomic groups in different vegetation belts of the world. The geographical variability of the biochemical activity of plants and animals concerning for instance carbohydrates, oils, amino acids, nucleic acids, pigments, turpentine, etc. may permit valuable developments in the economy of some countries. Considerable importance is attached to the discovery of plants, wild or cultivated, capable of maximum photosynthesis per unit area of foliage, or ground surface, or capable of maximum production of proteins or amino acids necessary in the human diet.

## C. General Coordinations

### *I. Presentation of Results, Limits of Error*

Results should be expressed in agreed metric units and productivity data given on an area: time basis. All energy flow and standing crop data for example should be expressed as calories.

Precision, reproducibility and sampling error should be estimated throughout. These estimates will guide the choice of stations and methods attaching adequate statistical significance to observed differences.

### *II. Advisory, Training, and Coordinating Service*

Inevitably, problems will arise in the selection of sites for study and in the development of techniques. Locally, the solution of these problems must be based on the experience of the biologists directly concerned, but it is essential that special staff be appointed (alternatively special regional committees be formed) to serve in an advisory capacity and to ensure coordination.

Particularly during the first phase of IBP, emphasis should be given to the development and testing of methods and to the interpretation of results so that valid comparisons can be made between different ecosystems.

Working parties should be set up to consider methodology and to make recommendations. Exchange visits between workers to discuss techniques will do much to achieve a high degree of comparability in results.

### *III. Correlation with Existing Research Projects*

Related international and national research projects already functioning should be supported or incorporated whenever possible. Among these in the international sphere are IUBS Committee for Biological Control, UNESCO/FAO project of mapping world vegetation, FAO/UNESCO/WMO Working Group on Agroclimatology, UNESCO Committee on Eco-physiology, UNESCO Arid Zones and Humid Tropic programmes, IUFRO (International Union of Forest Research Organizations), Section of Ecology, UNESCO International Hydrological Decade, IUBS/UNESCO Commission for Plant Raw Materials, etc. In the Antarctic, close liaison with SCAR is essential.

### *IV. Protection of Research Sites*

All research sites must be protected against development which would damage the scientific value of the area during the period of investigation and perhaps afterwards. In special cases, funds may be needed to ensure this and it is important that adequate land be set aside to minimize marginal effects.