

Climate Change 1/2003

ENVIRONMENTAL RESEARCH OF THE FEDERAL MINISTRY OF THE
ENVIRONMENT, NATURE CONSERVATION AND NUCLEAR SAFETY

Research Report 201 41 255
UBA-FB 000412

Evolution of commitments under the UNFCCC: Involving newly industrialized economies and developing countries

**Niklas Höhne, Carolina Galleguillos, Kornelis Blok. Jochen Harnisch,
Dian Phylipsen**

ECOFYS GmbH

SUMMARY

International negotiations have lead to first steps in combating climate change with the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) and the Kyoto Protocol. Under the Protocol, industrialized countries have to reduce their greenhouse gas emissions by around five per cent between 2008 and 2012 compared to 1990 levels. It is however broadly recognized that further steps are necessary to stabilize the climate in the long term.

Therefore, this study has as objective to provide the history and background information on the evolution of commitments under the UNFCCC in a structured manner, where the involvement of newly industrialized economies and developing countries in further commitments under the UNFCCC is of particular concern. For this purpose, existing approaches to further commitments are identified, assessed and further developed.

The starting point is a detailed overview of the current commitments of states under the UNFCCC and the Kyoto Protocol and the relation of these commitments to the reduction necessary to reach a stabilization of the climate. While the reduction of global emissions below 1990 levels within a few decades is necessary to stabilize greenhouse gas concentrations at relatively low levels, most business-as-usual scenarios show increasing emissions, particularly in developing countries.

As a next step, the study includes a discussion of the preconditions and specific difficulties relating to further commitments. These include first the rules of the negotiation process (e.g. that decisions have to be made by consensus) and the history of the negotiations on this topic. Although it was agreed that the negotiations

leading to the Kyoto Protocol should only include a discussion on commitments for industrialized countries, some industrialized countries wanted to broaden this mandate, but failed until Kyoto. Also the negotiations after Kyoto on future commitments were always deferred over the question, whether to include commitments for developing countries. Furthermore, the magnitude and scope of the necessary changes necessary to combat climate change, the inertia of the climate system and the scientific uncertainties make it difficult to reach agreement. And lastly, differences in national circumstances and the resulting positions towards commitments are major obstacles.

A separate chapter discusses the equity principles that are embedded in the Convention and that are used in the context of further commitments. We conclude that it is essential that a future approach to commitments satisfies the equity principles '*need*' (allowing economic development to satisfy basic needs), '*responsibility*' (those should act that caused the problem: polluter pays) and '*capability*' (those should act that have the economic capacity: ability to pay).

A survey and literature search of approaches to further commitments reveals that many approaches are available that either describe a particular aspect of commitments (e.g. how to distribute emission rights between a group of countries) or a complete climate commitment regime with all its detail. From this variety of approaches we identified the issues that are relevant in the discussion on further commitments: Should there be a step-by-step approach or a comprehensive approach that is guided by a long-term stabilization target? Should all countries receive the same type of commitment (as e.g. in the Kyoto Protocol) or should several types of commitments exist in parallel (as e.g. the limitation of emissions per gross domestic product for some countries)? Should there be quantified national emission reduction targets or non-quantified targets such as policies and measures? If quantified targets are chosen, what is the stringency of target? What are the consequences if the commitment is not met? Which countries participate and when? How can political agreement be build? All of the above questions have to be answered to describe a complete approach to future commitments.

The study includes also a first snapshot of the views on future commitments among a limited number of delegates to the UNFCCC process. The interviewed delegates see the issue as fundamental, but did not have fully developed opinions or concepts. There is a feeling of need for action on the one hand but mistrust on the other. We conclude that more creative thinking, discussion and education are needed.

The focus of this study is to compare the most prominent approaches to commitments. We selected eight approaches covering a broad range of options not prejudging that there could be additional options. Where necessary, we extended them into complete global commitment regimes, as to be able to compare them on the same grounds. These illustrative cases include:

- **Continuing Kyoto** assuming that more and more countries join the group countries with binding absolute emission reduction targets.
- **Intensity targets** assuming that all countries reduce their greenhouse gas intensity (greenhouse gas emissions per unit of GDP) at the same rate.
- **Contraction and Convergence** assuming converging per-capita emissions of all countries to equal levels.
- **Global Triptych approach** deriving national targets from bottom-up sectoral targets (CO₂ from energy only).

- **Multi-sector convergence approach** deriving national targets from converging per-capita sectoral targets.
- **Multistage approach (FAIR)** assuming that countries participate in the commitment regime in four stages, 'graduating' from one to the next.
- **Equal mitigation cost** assuming that targets are set distributing the economic burden equally over all countries, base on an agreed model.
- **Coordinated policies and measures** assuming that countries are obliged to implement certain coordinated policies and measures.

After a first consideration of these illustrative cases we included additional new ideas, how some of those proposals could be modified to increase their effectiveness and acceptability. These include:

- **Extended global Triptych** deriving national targets from bottom-up sectoral targets covering all relevant greenhouse gases and sources.
- **New multistage approach** assuming as a first stage to commitments a pledge for sustainable development and as further stages quantitative emission limits.
- **Performance targets** deriving dynamic national targets from dynamic sectoral targets based on emissions per unit of output.

All illustrative cases are described in full detail, including any assumptions. For all approaches, the allowed emissions of all countries are modeled. Subsequently, we assess the approaches with respect to common assessment criteria to test their suitability for the international negotiation process. The criteria include:

Environmental criteria

- **Environmental effectiveness:** Can the approach reach stringent global emission targets to safeguard the fulfilment of the ultimate objective of the Convention?
- **Encouragement of early action:** Are countries that do not yet have binding commitments encouraged to keep emissions as low as possible?

Political criteria

- **Equity principles:** Are the three equity principles *need*, *capability* and *responsibility* covered?
- **Agreement with fundamental positions of all major constituencies:** Could the approach be acceptable for all constituencies given their current positions?

Economic criteria

- **Accounting for structural differences between countries:** Are national circumstances accounted for?
- **Minimizing adverse economical effects:** Does the approach allow distribution of commitments so that the global costs are minimized and gives countries sufficient flexibility to reach their commitments?

Technical criteria

- **Compatibility with the structure of the UNFCCC and the Kyoto Protocol:** Is the approach compatible with the existing international structures of the Convention and the Kyoto Protocol?
- **Moderate political and technical requirements of the negotiation process:** Is the approach simple and requires a low number of separate decisions by international bodies and are all necessary data and tools available and verifiable?

Comparing the different approaches across the different criteria is a subjective task, which depends on the judgment, whether an approach meets the criterion, and the weight given to the individual criteria. The Table S1 below provides an attempt for such a comparison. The eight criteria are evaluated for each approach and rated 'completely not met' (--), 'mainly not met' (-), 'neutral' (0), 'mainly met' (+) and 'completely met' (++). '/' denotes that the criterion may or may not be fulfilled depending on the specific variation of the approach. As an attempt to further condense the assessment, always two criteria are grouped together to four general criteria (environmental, political, economic and technical). The first column of Table S1 provides a possible weighting for these general criteria. A further condensation of the ratings, however, is left to the reader.

Table S1. Indicative assessment matrix for the qualitative comparison of the approaches

Criterion \ Approach	Possible weighting	Continuing Kyoto	Intensity targets	Contraction and convergence	Global Triptych (CO ₂ only)	Multi-sector convergence approach	Multistage approach (FAIR)	Equal mitigation cost	Coordinated Policies and measures	Extended global Triptych	New multistage	Performance targets
Environmental criteria	3	+	0	++	+	++	+	0	+	+	++	+
Environmental effectiveness		++	+	++	++	++	++	++	0	++	++	+
Encouragement of early action by Parties that do not yet have binding commitments		-	-	++	0	+	/	--	++	0	+	+
Political criteria	3	0	0	0	+	0	++	0	0	+	++	0
Equity principles		+	0	+	+	+	++	0	-	+	++	+
Agreement with fundamental positions of major constituencies		0	+	-	+	0	+	-	0	+	+	0
Economic criteria	2	0	0	-	+	+	+	++	-	++	+	++
Accounting for structural differences between countries		/	/	--	+	+	+	++	-	++	+	++
Minimizing adverse economic effects		+	+	+	+	+	+	++	-	+	+	+
Technical criteria	1	++	0	++	0	0	+	-	0	0	+	0
Compatibility with UNFCCC and Kyoto Protocol		++	+	+	+	+	+	+	0	+	+	+
Moderate political and technical requirements of the negotiation process		++	-	++	-	-	+	--	-	-	+	-

Note: '--' criterion completely not met, '-' criterion mainly not met, '0' neutral, '/' depends on the specific variation of the approach, '+' criterion mainly met, '++' criterion completely met

From the comparison of the approaches, we draw the following conclusions:

Several approaches are available that would lead to emissions consistent with stringent environmental goals. For all approaches, reductions additional to those in the Kyoto Protocol are necessary.

Significant reductions by industrialized countries are necessary for all these approaches in the order of cutting emissions more than in half by 2050 and

continuing to decrease to leave some room for increasing developing country emissions and still to reach stringent environmental goals.

Early involvement of developing countries is needed inducing deviation from current business-as-usual paths. This can be achieved through emission limitation and reduction targets, but also through an enhanced sustainable development approach and through positive spillover of emission reductions from developed countries to developing countries. Not many of the existing approaches encourage early action by countries that are not yet participating.

A good mix of several elements could be a compromise with a higher chance of being accepted since all constituencies find elements of their concern in such mixed approach.

Differentiation not solved: No generally acceptable approach is available how to differentiate targets within a group of countries although many indicators and approaches are available.

Continuing Kyoto without any changes or additions would be an obvious option for future commitments. Stringent environmental goals can, however, only be reached if current Annex I countries decrease their emissions more than for the first commitment period (2008 to 2012) and if developing countries deviate from their business-as-usual paths at an early stage. In this system a method to differentiate the targets for the participating countries is to be found. Taking on absolute emission targets may be difficult for some developing countries due to the uncertainty in the development of the emissions. To help these countries, relatively small additional changes in the rules could be introduced such as 'price caps' (additional permits at a fixed price) or slightly looser compliance mechanisms.

Intensity targets can play a role in future commitments as one form of target for a particular group of countries, possibly in parallel to other types of targets for other countries. If it is applied to all countries, the global emission intensity (Emissions per GDP) has to decrease rapidly (2%-4% per year) in order to reach stringent environmental goals. If equal percentage reductions in emission intensity are agreed for a group of countries, those are in advantage that have higher economic growth. Agreeing on differentiated intensity reductions is more difficult than absolute reductions, since it involves country specific knowledge of the relationship between emissions and GDP, which also may evolve with time.

Contraction and convergence, where per-capita emissions converge, is intriguing due to the simplicity of the approach. Since major reductions in emissions are necessary it is likely, that in the long run under any regime per-capita emissions will converge to a very low level. The question is on which path. The simplicity of the approach is also the major disadvantage: The approach does not account for the structural differences of countries and their ability to decrease their emissions. For stabilization levels of 450 or 550 ppmv CO₂, per-capita emissions have to decrease below the current world average. Also many developing countries would have to decrease emissions below their business as usual path and only a few least developed countries could sell for a short period of time easily earned emission allowances to developed countries.

The Triptych approach has potential as a method to differentiate emission reduction targets between members of a group of countries. The extended version presented here also can accommodate the emission structure of developing countries and includes forestry and non-CO₂ greenhouse gas emissions. Such differentiation

approach can produce a starting point for a negotiation between the countries of that group.

Multi-stage approaches will be the future of the climate regime, but there are many possibilities on types of stages and thresholds for moving into a next stage. The current two stages (Annex I and Non Annex I) could be extended. As one promising criteria to move to a further stage would be the emissions per capita. As a first stage, a well-defined commitment to sustainable development could increase the acceptability for developing countries.

The multi-sector convergence approach is describing a complete set of rules for a future climate regime defining in essence the path on which sectoral per-capita emissions converge. A major downside of the approach is that sectoral activities are not necessarily directly related to the population.

Equal mitigation costs: Setting targets so that mitigation costs are equal for all participating countries (e.g. a percentage share of the GDP) seems to be, from a theoretical point of view, a fair option. In practice, however, it may be impossible to agree on a model or calculation method for calculating the cost of countries. It is therefore not a realistic option.

Policies and measures can also be a part of a mix. Especially for newly entering countries, policies that combine development and environment objectives are very attractive and could form a first stage of commitments.

From the overall report we make the following recommendations:

Start an informal, international dialogue process to educate a discussion and to build trust among delegations outside of the formal negotiations, bringing together scientists and policy makers to discuss the science of climate change (stabilization of greenhouse gas concentrations, range of uncertainties) and possible actions (absolute and intensity targets, form and stringency, sustainable development approach). Such trust building and educating dialogue could help to unblock the official negotiations on future commitments.

Build trust by action: The perception by most developing countries, that Annex I countries do not take sufficient action, blocks the discussion on future commitments. This leads to the (almost trivial) recommendation, that Annex I countries have to build trust by actively reducing emissions, getting involved in the CDM and making available the agreed funds. This also includes working with the USA to find ways of their participation as well as the clear communication of actions taken and results achieved to date. In any case, strong efforts by developed countries are likely to also have reducing effects on developing country emissions (positive spillover).

Stress the need for significant reduction in Annex I countries in the long term: This and other analyses show that in all scenarios that lead to ambitious long-term goals, industrialized countries have to reduce emissions significantly until 2050, otherwise no room is available for moderately increasing developing country emissions. Efforts should focus on actions that reduce emissions not only temporarily in the short-term but sustainably in the long run. A clear statement by developed countries to this effect could be a signal to developing countries.

Build upon existing system, but be creative: Most approaches can be build upon the existing system that is already agreed by the international community: Legally binding emission targets for some countries, inclusion of all greenhouse gases in a basket, commitment periods, emissions trading, limited use of forestry activities,

incentives for developing countries to participate e.g. through CDM. The structure allows to build in creative new approaches. E.g. emission intensity targets could be integrated in a further development of the Kyoto Protocol, if so desired.

Support early involvement (not necessarily 'participation') by all countries: Our analysis shows that the way emissions are shared depends to a large extent on the business-as-usual path that is chosen for the analysis. Sustainable development of *all* countries, not including policies aimed directly at the climate, is equally important for low emissions as reductions induced by commitments under the UNFCCC. Unconstrained business-as-usual emissions of Non-Annex I Parties will foreclose certain options for stabilization. All efforts have to be made to enable developing countries to develop in a sustainable way. Further thoughts are necessary how development along such a sustainable path way can be achieved, e.g. use of the currently available tools, such as the financial cooperation, CDM or additional investment programmes. Additionally, initial further commitments for developing countries could take the form of a pledge for enhanced sustainable development or targets that allow economic growth but limit emissions at the same time.

Work together with the Group of 77 and China to break the deadlock: The G77 stands as a group in the international negotiations and is likely to do so in the near future, although the interests of the members of the group are diverse. In the past, efforts by some developing countries to break out of the group to take on commitments have failed, mainly due to the opposition within the G77. Currently, it seems unlikely that only some developing countries take on commitments. One way to overcome this problem could be to agree on a total indicative target for the G77 and let the group decide itself which members have to take which action.

Let countries place themselves in groups: Until the present some industrialized countries stated the general condition of 'meaningful participation of developing countries', but did not differentiate, which of the developing countries are expected to act. Indicators, that would define when a country has to take on climate commitments, are available (greenhouse gas emissions, emissions per GDP, GDP per capita, human development index, vulnerability etc.) but no single one, or combination, is generally acceptable to all countries. Collection of data on such indicators can support a process in which countries are asked to place themselves in one of a number of groups, e.g. 'binding target', 'voluntary, non-binding target', 'No need to act'. Such process would have to take into account the structure of the G77 as explained above. Publicly available indicators and political pressure could move countries to place themselves in a certain group.

Allow diverse forms of targets: Several forms of targets are available. In a diverse world possibly many different approaches need to be available to account for the diverse needs of all countries. One way to accomplish this would be the 'menu approach' to let (newly entering) groups of Parties choose the appropriate form of their target from options such as absolute targets, GDP intensity, certain policies and measures. The form of the target is not significant as long as it is ensured that the targets are stringent enough.

Focus on forms of targets allow developing country economic growth but limit emissions: Absolute targets are seen by developing countries as capping their economic growth. Intensity targets are intending to provide such flexibility but may not do so, if they are set stringently or emission intensive activities increase that do not contribute much to the GDP. 'Performance targets', that are dynamic as intensity targets, but relate to the activity level not the GDP, or the Triptych approach could

provide room for economic growth in activities to a greater extent but limit emissions per level of activity. Technology standards also do not limit activities but limit only the specific emissions. Also the pledge for sustainable development focuses on the *development* first and is therefore attractive.

Focus long-term discussion on the lost options: If greenhouse gas concentration levels, for example on 450 or 550 ppmv CO₂, or maximum levels of climate change, such as 2°C temperature rise, cannot be agreed, a discussion could be framed around questions such as 'At what level of global emissions in the year 2020 do we lose the option to stabilize concentrations at 450 ppmv CO₂?'. Answers could lead to the definition of an intermediate global emission target, for e.g. 2020, from which it would still be possible to reach several concentration levels.

Be prepared to evaluate targets of other countries: From the procedural point of view, there are at least two ways to agree on commitments: Countries propose targets for themselves, all evaluate each others proposals and then start to negotiate. Alternatively, a chairman or another person with the political responsibility makes a proposal based on a scientifically credible formula and the following negotiations will provide for the exceptions to particular national circumstances. Countries need to have the analytical capacity to evaluate the proposals by other countries. If a government is supporting the chairman, it must have the capacity to make a scientifically based proposal.

To reach agreement on future commitments in the international climate negotiations will not be an easy task. There are however a large number of approaches available and it seems possible that a mix of several approaches can lead to a compromise. The most important at this moment seems to be to provide information and to stimulate a discussion on the scientific as well as on the policy level. The authors would welcome, if this report would contribute to such a discussion.

ZUSAMMENFASSUNG

In den internationalen Verhandlungen zum Klimawandel hat sich die Staatengemeinschaft mit der Klimarahmenkonvention und mit dem Kyoto-Protokoll auf erste Schritte zur Reduktion von Treibhausgasemissionen geeinigt. Mit dem Kyoto-Protokoll gehen Industrieländer die Verpflichtung ein, ihre absoluten Emissionen um rund fünf Prozent zu senken. Es ist jedoch allgemein anerkannt, dass weitere Verpflichtungen und eine Ausweitung der Gruppe der reduzierenden Staaten nötig sind, um das Klima langfristig zu stabilisieren.

Die vorliegende Studie hat deshalb zum Ziel, Hintergrundinformationen zum Thema zukünftiger Verpflichtungen unter der Klimarahmenkonvention (UNFCCC) in übersichtlicher Form bereitzustellen. Insbesondere wird darauf eingegangen, wie Schwellenländer und Entwicklungsländer mit in das Verpflichtungsregime einbezogen werden können. Dazu werden bereits existierende Ansätze zur Einbeziehung von Schwellen- und Entwicklungsländern identifiziert, bewertet und weiterentwickelt.

Ausgangspunkt ist ein detaillierter Überblick, welche Verpflichtungen für Staaten unter der Klimarahmenkonvention und dem Kyoto Protokoll bereits bestehen und in welchem Verhältnis sie zu den nötigen Reduktionen stehen, die eine Stabilisierung des Klimas gewährleisten würden. Während die Stabilisierung bei niedrigen Treibhausgaskonzentrationen die Reduktion der globalen Treibhausgasemissionen unter das Niveau von 1990 in wenigen Jahrzehnten erfordert, beschreiben die meisten Referenzszenarien stark ansteigende Emissionen, insbesondere in Entwicklungsländern.

Als nächster Schritt werden die Grundvoraussetzungen und spezifischen Schwierigkeiten beschrieben, die im Hinblick auf zukünftige Verpflichtungen zu berücksichtigen sind. Dazu gehören zunächst die Regeln des internationalen Verhandlungsprozesses (z.B. dass Entscheidungen im Konsens gefällt werden müssen) und die Verhandlungsgeschichte. Obwohl in der Vorverhandlung zum Kyoto-Protokoll festgelegt wurde, lediglich neue Verpflichtungen für Industrieländer zu verhandeln, gab es Bestrebungen von Seiten einiger Industrieländer, das Mandat auch auf einige Entwicklungsländer auszuweiten, die jedoch bis Kyoto gescheitert sind. Auch in den folgenden Verhandlungen wurde das Thema der zukünftigen Verpflichtungen immer wieder über die Frage verhandelt, ob Entwicklungsländer in Zukunft strengere Verpflichtungen erhalten sollten. Des weiteren tragen auch das Ausmaß und der Umfang der nötigen Maßnahmen zur Reduktion des Klimawandels, die Trägheit des Klimasystems und die wissenschaftliche Unsicherheiten dazu bei, dass sich eine Einigung auf zukünftige Verpflichtungen schwierig gestaltet. Nicht zuletzt sind die unterschiedlichen wirtschaftlichen und sozialen Ausgangssituationen und Interessen der Staaten zu nennen, die zu sehr gegensätzlichen politischen Positionen führen.

Ein separates Kapitel dieser Studie befasst sich mit den Gerechtigkeitsprinzipien, die in der Klimakonvention verankert sind und die im Zusammenhang mit zukünftigen Verpflichtungen genannt werden. Wir kommen zum Schluss, dass ein zukünftiges System von Verpflichtungen mindestens die folgenden drei Gerechtigkeitsprinzipien erfüllen muss: ‚*Bedürfnis*‘ (Zugeständnis der wirtschaftlichen Entwicklung, um Grundbedürfnisse zu befriedigen), ‚*Verantwortung*‘ (Derjenige der den Schaden verursacht muss handeln: Das Verursacherprinzip) und ‚*Leistungsfähigkeit*‘ (Derjenige muss handeln, der dazu wirtschaftlich in der Lage ist: Das Leistungsfähigkeitsprinzip).

Eine Bestandsaufnahme zum Thema der zukünftigen Verpflichtungen ergibt, dass vielfältigste Ansätze vorhanden sind, die entweder Teilaspekte abdecken (z.B. beschreiben wie Emissionsrechte innerhalb einer Gruppe von Staaten verteilt werden könnten) oder ein komplettes Regime beschreiben. Von dieser Vielfältigkeit motiviert werden die Gesichtspunkte herausgearbeitet, die für eine Entscheidung über zukünftige Verpflichtungen relevant sind: Sollte es ein Ansatz sein, der Schritt für Schritt vorgeht oder ein Ansatz, der umfassend und langfristig ausgerichtet ist, in dem er auf ein konkretes Stabilisierungsziel hinarbeitet? Sollten allen Staaten die gleiche Art von Verpflichtungen zugeordnet werden (wie zum Beispiel die des Kyoto Protokolls) oder sollten verschiedene Arten von Verpflichtungen parallel existieren (wie zum Beispiel auch die zusätzliche Begrenzung der Emissionen pro Bruttoinlandsprodukt für einige Länder)? Sollten die Verpflichtung quantifiziert im Sinne von Emissionsreduktionszielen oder nicht quantifiziert im Sinne von spezifischen Klimaschutzmaßnahmen sein? Im Falle von quantifizierten Zielen, wie streng sollten diese Ziele sein? Was passiert wenn die Verpflichtungen nicht eingehalten werden? Welche Länder nehmen teil und wann? Wie kann der Prozess der politischen Einigung unterstützt werden? All diese Fragen müssen beantwortet werden, um ein System zukünftiger Verpflichtungen umfassend zu beschreiben.

Als einen weiteren Schritt haben wir eine erste Momentaufnahme der Ansichten von Delegierten der internationalen Klimaverhandlungen zu zukünftigen Verpflichtungen zusammengestellt. Die Befragten schätzten dieses Thema als sehr wichtig ein, hatten aber zumeist noch keine komplette Meinung oder detaillierte Konzepte parat. Auf der einen Seite sprach man sich für rasches Handeln aus, auf der anderen herrschte eine Stimmung des Misstrauens. Dies lässt die Schlussfolgerung zu, dass neue Ideen, Diskussion und Austausch nötig sind.

Der Schwerpunkt dieser Studie ist der Vergleich der wichtigsten Ansätze zu zukünftigen Verpflichtungen, der im folgenden näher beschrieben werden soll. Acht Ansätze wurden ausgewählt, um ein möglichst breites Spektrum abzudecken, ohne sich jedoch auf diese sieben festzulegen. Falls die Ansätze nur Teilaspekte beinhalteten, wurden sie zu umfassenden Verpflichtungsregimen erweitert, um sie verglichen zu können. Diese veranschaulichenden Fälle sind:

- **Weiterführen des Kyoto Protokolls** ohne Änderung der Regeln, so dass mehr und mehr Länder in die Gruppe der reduzierenden Länder aufrücken und absolute Emissionsreduktionsziele erhalten.
- **Begrenzung der Treibhausgasintensität**, alle Länder müssen ihre Treibhausgasintensität (Emissionen pro Bruttoinlandsprodukt) um die gleiche Rate senken.
- **Verringerung und Konvergenz**, Pro-Kopf-Emissionen konvergieren für alle Länder.
- **Globaler Triptych-Ansatz**, nationale Emissionsziele werden aus sektoralen Zielen abgeleitet (nur energiebezogenes CO₂).
- **Multisektorkonvergenz-Ansatz**, nationale Emissionsziele werden aus konvergierenden sektoralen Pro-Kopf-Zielen abgeleitet.
- **Mehrstufen-Ansatz (FAIR)**, vier verschiedene Stufen von Verpflichtungen werden von neu hinzukommenden Ländern nacheinander durchlaufen.

- **Ausgeglichene Vermeidungskosten**, Emissionsreduktionsziele werden mit Hilfe eines allgemein akzeptierten Modells auf die Staaten verteilt, so dass die wirtschaftliche Belastung in jedem Land gleich ist.
- **Koordinierte Maßnahmen**, Staaten müssen bestimmte festgelegte Maßnahmen zu Emissionsreduktion umsetzen.

Nach einer ersten Analyse der obengenannten Fälle wurden neue Ideen hinzugefügt, um die mögliche Akzeptanz und Effektivität der Ansätze zu verbessern:

- **Erweiterter Triptych-Ansatz**, nationale Emissionsziele werden aus sektoralen Zielen abgeleitet, wobei alle relevanten Treibhausgase und Sektoren berücksichtigt werden.
- **Neuer Mehrstufen-Ansatz**, als erste Stufe der Verpflichtungen für neue Staaten steht die Verpflichtung nachhaltige Entwicklung zu betreiben, gefolgt von Stufen der absoluten Emissionsminderung.
 - **Leistungsziele**, dynamische Emissionsziele abgeleitet aus dynamischen sektoralen Zielen basierend auf Emissionen pro Produktionseinheit.

Alle Fälle werden im Detail und mit allen Annahmen beschrieben. Wo möglich, werden die Emissionsrechte der einzelnen Länder unter den verschiedenen Fällen berechnet. Anschließend werden die Fälle nach folgenden einheitlichen Kriterien bewertet:

Ökologische Kriterien

- **Sichert positive Umwelteffekte:** Können mit dem Ansatz ehrgeizige globale Ziele erreicht werden, die die Einhaltung des langfristigen Ziels der Klimarahmenkonvention ermöglichen?
- **Anreize für frühzeitige Umsetzung:** Ermutigt der Ansatz Staaten dazu, frühzeitig Emissionen so niedrig wie möglich zu halten?

Politische Kriterien

- **Gerechtigkeitsprinzipien:** Sind die drei Prinzipien *Bedürfnis*, *Verantwortung* und *Leistungsfähigkeit* beachtet worden?
- **Prinzipiell akzeptabel aus Sicht wichtiger Akteure:** Könnte der Ansatz von den wichtigsten Staaten unterstützt werden?

Ökonomische Kriterien

- **Berücksichtigung strukturelle Unterschiede:** Werden die unterschiedlichen nationalen Umstände explizit im Ansatz berücksichtigt?
- **Minimiert nachteilige wirtschaftliche Effekte:** Sind die nötigen Verpflichtungen so verteilt, dass die globalen Kosten minimiert sind und der Ansatz Raum für eine individuelle nationale Umsetzung lässt?

Technische Kriterien

- **Mit der Klimarahmenkonvention und dem Kyoto-Protokoll vereinbar:** Ist der Ansatz kompatibel mit den existierenden internationalen Strukturen der Klimarahmenkonvention und des Kyoto-Protokolls?

- **Moderate politische und technische Anforderungen im Verhandlungsprozesses:** Ist der Ansatz einfach, sind nur eine begrenzte Anzahl von Entscheidungen der verhandelnden Parteien nötig und sind alle nötigen Daten und Berechnungsmethoden verfügbar und überprüfbar?

Ein Vergleich der Ansätze über die Bewertungskriterien birgt subjektive Entscheidungen auf zwei Ebenen: Die Entscheidung, ob ein Kriterium für einen Ansatz zutrifft, und das Gewicht, das jedem einzelnen Kriterium zugeordnet wird. In Tabelle S1 wird ein solcher Versuch unternommen. Die acht Kriterien wurden für alle Ansätze mit ‚vollständig nicht erfüllt‘ (--), ‚nicht erfüllt‘ (-), ‚neutral‘ (0), erfüllt‘ (+) oder ‚vollständig erfüllt‘ (++) bewertet. Das Zeichen ‚/‘ zeigt an, dass eine Bewertung davon abhängt, wie der Ansatz im Detail ausgestaltet ist. Um die Bewertung zu verdichten, werden jeweils zwei Kriterien zu vier allgemeinen Kriterien zusammengefasst (ökologisch, politisch, ökonomisch und technisch). Die erste Spalte enthält zudem eine mögliche Wichtung der allgemeinen Kriterien. Eine weitere Verdichtung und Bewertung bleibt dem Leser überlassen.

Folgende Schlussfolgerungen werden aus dem Vergleich gezogen:

Mehrere Ansätze stehen zur Verfügung, die Emissionen minimieren könnten, um ehrgeizige langfristige Ziele zu erreichen. Unter allen Ansätzen sind Reduktionen zusätzlich zu den im Kyoto-Protokoll festgeschriebenen nötig.

Erhebliche Reduktionen in Industrieländern sind nötig, mindestens eine Halbierung der Emissionen bis 2050 und nachfolgend eine weitere Reduzierung, um ausreichend Raum für leicht ansteigende Emissionen für Entwicklungsländer zu lassen und gleichzeitig ehrgeizige langfristige Ziele zu erreichen.

Frühzeitige Einbindung von Entwicklungsländern ist nötig, um Emissionen unter

Tabelle S1: Bewertungsmatrix für den qualitativen Vergleich der Ansätze

Kriterium \ Ansatz	Mögliche Wichtung	Weiterführen des Kyoto Protokolls	Begrenzung der Treibhausgasintensität	Verringerung und Konvergenz	Globaler Triptych Ansatz (nur CO ₂)	Multisektorkonvergenz-Ansatz	Mehrstufen-Ansatz (FAIR)	Ausgeglichene Vermeidungskosten	Koordinierte Maßnahmen	Erweiterter Triptych Ansatz	Neuer Mehrstufen Ansatz	Leistungsziele
Ökologische Kriterien	3	+	0	++	+	++	+	0	+	+	++	+
Sichert positive Umwelteffekte		++	+	++	++	++	++	++	0	++	++	+
Anreize für frühzeitige Umsetzung		-	-	++	0	+	/	--	++	0	+	+
Politische Kriterien	3	0	0	0	+	0	++	0	0	+	++	0
Gerechtigkeitsprinzipien		+	0	+	+	+	++	0	-	+	++	+
Prinzipiell akzeptabel aus der Sicht wichtiger Akteure		0	+	-	+	0	+	-	0	+	+	0
Ökonomische Kriterien	2	0	0	-	+	+	+	++	-	++	+	++
Berücksichtigung struktureller Unterschiede		/	/	--	+	+	+	++	-	++	+	++
Minimiert nachteilige wirtschaftliche Effekte		+	+	+	+	+	+	++	-	+	+	+
Technische Kriterien	1	++	0	++	0	0	+	-	0	0	+	0
Mit Klimarahmenkonvention und Kyoto Protokoll vereinbar		++	+	+	+	+	+	+	0	+	+	+
Moderate politische und technische Anforderungen im Verhandlungsprozess		++	-	++	-	-	+	--	-	-	+	-

Bemerkung: ‘--’ Kriterium vollständig nicht erfüllt, ‘-’ Kriterium nicht erfüllt, ‘0’ neutral, ‘/’ von der Ausgestaltung des Ansatzes abhängig, ‘+’ Kriterium erfüllt, ‘++’ Kriterium die heute angenommenen zukünftigen Werte zu senken. Dies kann durch Emissionsminderungsziele erreicht werden, aber auch durch einen Ansatz, der

verstärkt auf nachhaltige Entwicklung setzt, oder durch den positiven Einfluss von Emissionsreduktionen in Industrieländern auf Emissionen in Entwicklungsländern. Nur wenige der hier betrachteten Ansätze motivieren zu frühzeitigem Handeln in Abwesenheit von Reduktionszielen.

Eine gute Mischung von wichtigen Elementen verschiedener Ansätze könnte der Weg zu einer Lösung sein, da sich viele Teilnehmer in einem solchen gemischten Ansatz wiederfinden können.

Das Problem der Staffelung von Emissionsminderungszielen ist nicht gelöst.

Mehrere Methoden und Indikatoren stehen zur Verfügung, Emissionsminderungsziele zwischen Ländern innerhalb einer Gruppe zu bestimmen. Keine Methode ist jedoch generell akzeptiert.

Eine Weiterführung des Kyoto-Protokolls ohne eine Änderung der Regeln wäre das offensichtliche Instrument zu zukünftigen Verpflichtungen. Ehrgeizige langfristige Ziele können erreicht werden, aber nur wenn Industrieländer erheblich striktere Ziele nach 2012 erhalten und Entwicklungsländer frühzeitig Emissionen unter die heute angenommenen zukünftigen Werte zu senken. Eine Methode, Emissionsreduktionsziele zwischen Ländern zu staffeln muss noch entwickelt werden. Die Unsicherheiten in der Hochrechnung der zukünftigen Emissionen könnten ein Hindernis für Entwicklungsländer sein, absolute Emissionsreduktionsziele zu akzeptieren. Um diesen Ländern entgegenzukommen, könnten relativ kleine Änderungen wie ein Preislimit für Emissionsrechte oder etwas gelockerte Regeln im Falle der Nicht-Erfüllung eingeführt werden.

Limitierung der Treibhausgasintensität kann als eine besondere Art von Emissionsreduktionszielen, möglicherweise zusammen mit absoluten Zielen, eine Rolle spielen. Für den Fall, dass solche Ziele für alle Staaten angewandt werden, müsste die globale Emissionsintensität (Emissionen pro Bruttoinlandsprodukt) stark zurückgehen (2%-4% pro Jahr), um ehrgeizige langfristige Ziele zu erreichen. Wenn Reduktionen der Emissionsintensität für alle Länder um dieselbe Prozentzahl vorgeschrieben werden, profitieren die Länder, die ein überdurchschnittlich hohes Wirtschaftswachstum erreichen. Einigung über Intensitätsziele könnte schwieriger sein als bei absoluten Zielen, da Kenntnis der länderspezifischen Beziehung zwischen Emissionen und Bruttoinlandsprodukt notwendig ist.

Verringerung und Konvergenz (konvergierende Pro-Kopf-Emissionen) ist ein faszinierender Ansatz, hauptsächlich durch seine Einfachheit. Unter jeglichem Ansatz werden auf lange Sicht Pro-Kopf-Emissionen auf einem sehr niedrigen Niveau konvergieren. Die entscheidende Frage ist aber auf welchem Pfad. Die Schlichtheit des Ansatzes ist jedoch auch sein größter Nachteil: Strukturelle Unterschiede zwischen Staaten können nicht berücksichtigt werden. Um die Stabilisierung der CO₂-Konzentration bei 450 oder 550 ppmv zu erreichen, müssen die Pro-Kopf-Emissionen auf ein Niveau unter dem jetzigen Weltmittel sinken. Zudem müssten viele Entwicklungsländer ihre Emissionen unter den vorhergesagten Werten halten. Nur die kleine Gruppe der am wenigsten entwickelten Länder könnte für kurze Zeit relativ einfach verdiente Emissionsrechte verkaufen.

Der Triptych-Ansatz ist eine sehr leistungsfähige Methode, in einer objektiven Weise Emissionsreduktionsziele auf Länder einer Gruppe aufzuteilen. Die erweiterte Version, die hier vorgestellt wurde, beinhaltet nun auch die Emissionssektoren, die insbesondere für Entwicklungsländer relevant sind. Ergebnisse eines solchen Ansatzes können Ausgangspunkt für politische Verhandlungen sein.

Der Mehrstufen-Ansatz beschreibt einen generellen Rahmen der die Grundlage für ein zukünftiges Klimaregime bilden könnte. Die Einzelheiten können jedoch vielfältig ausgestaltet werden. Die jetzigen zwei Stufen (Annex I und Nicht-Annex I) könnten erweitert werden. Ein Grenzwert für Pro-Kopf-Emissionen empfiehlt sich als ein Kriterium, um auf eine nächste Stufe zu rücken. Die Akzeptanz von Entwicklungsländern könnte erhöht werden, wenn als ersten Stufe eine wohldefinierte Verpflichtung zur nachhaltige Entwicklung gewählt würde.

Der Multisektorkonvergenz-Ansatz beschreibt eine komplettes Regelwerk für ein Klimaregime, in dem Pro-Kopfemissionen auf einem bestimmten Pfad konvergieren. Als Nachteil ist zu werten, dass Emissionen bestimmter Sektoren nicht unbedingt mit der Bevölkerungszahl korrelieren.

Ausgeglichene Vermeidungskosten als Methode, um Emissionsreduktionsziele auf Länder aufzuteilen, ist auf den ersten Blick eine faire Lösung. Die technische Umsetzung über ein allgemein anerkanntes Modell scheint jedoch unrealistisch.

Koordinierte Maßnahmen können Teil eines gemischten Ansatzes sein. Speziell für neu hinzukommende Länder ist es attraktiv, entwicklungspolitische Maßnahmen mit Klimaschutzmaßnahmen zu verbinden.

Aus den hier angestellten Überlegungen geben wir die folgenden Empfehlungen:

Ein internationaler, inoffizieller Dialog könnte neue Informationen in die Diskussion tragen und Vertrauen unter den Delegierten fördern. Ein solcher Dialog würde Wissenschaftler sowie politische Entscheidungsträger an einem Tisch versammeln, um die wissenschaftlichen Grundlagen (Stabilisierung der Treibhausgaskonzentrationen und Unsicherheiten) und mögliche Ansätze (absolute Ziele, Emissionsintensität, Ansatz der nachhaltigen Entwicklung) zu diskutieren. Ein solch informierender und vertrauenbildender Dialog könnte Schwung in die festgefahrenen offiziellen Verhandlungen bringen.

Vertrauen bilden durch Handeln: Die Ansicht der meisten Entwicklungsländer, dass Annex-I-Länder (Industrieländer) ihre Emissionen nicht ausreichend reduzieren, blockiert die Diskussion über zukünftige Verpflichtungen. Dies führt zu der (fast trivialen) Empfehlung, dass Annex-I-Länder dieses Vertrauen zurückgewinnen können, in dem sie aktiv Emissionen mindern, aktiv am Clean Development Mechanism (CDM) teilnehmen und die vereinbarten Gelder bereitstellen. Dazu gehört auch, sich gegenüber den USA für eine Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen einzusetzen sowie die national umgesetzten Maßnahmen und Erfolge klar zu kommunizieren. Es scheint sicher, dass Emissionsreduktionen in Industrieländern langfristig auch zu niedrigeren Emissionen in Entwicklungsländern führen wird.

Betonung der Notwendigkeit signifikanter Emissionsreduktionen in Industrieländern auf lange Sicht: Wie bereits andere Studien zeigt auch diese, dass unter allen Szenarien die Industrieländer ihre Emissionen bis 2050 signifikant reduzieren müssen, um Raum für wachsende Emissionen von Entwicklungsländern zu lassen und um gleichzeitig ehrgeizige umweltpolitische Ziel zu erreichen. Anstrengungen müssen unternommen werden, Emissionen langfristig nachhaltig zu senken. Eine klare Äußerung der Industrieländer dahingehend wäre ein Signal für Entwicklungsländer.

Kreativ auf dem existierenden System aufbauen: Die meisten Ansätze können in das existierende System des Kyoto Protokolls eingebettet werden: Bindende Emissionsreduktionsziele, bezogen auf eine Gruppe von Gasen, Verpflichtungsperioden, Emissionshandel, begrenzte Nutzung natürlicher Senken, Anreize für Entwicklungsländer durch z.B. CDM. Die Struktur ist flexibel, kreative neue Vorschläge aufzunehmen. Intensitäts-Ziele, zum Beispiel, könnten integriert werden, falls erwünscht.

Unterstützung frühzeitiger Einbeziehung (nicht unbedingt „participation“) aller Länder: Die Ergebnisse dieser Studie zeigen, dass die Art und Weise, wie Emissionsrechte verteilt werden, sehr stark von den Annahmen des Referenzszenarios abhängen. Nachhaltige Entwicklung für alle Länder, direkte Maßnahmen zum Klimaschutz ausgenommen, ist ebenso wichtig für niedrige Emissionen wie Emissionsreduktionen, die durch Verpflichtungen unter der Klimarahmenkonvention hervorgerufen werden. Uneingeschränkter Emissionszuwachs von Entwicklungsländern würde gewisse Stabilisierungsziele unerreichbar machen. Alle Anstrengungen müssen unternommen werden, Entwicklungsländern zu ermöglichen, sich nachhaltig zu entwickeln. Mehr Analyse ist notwendig, wie solch ein nachhaltiger Entwicklungspfad beschritten werden kann, zum Beispiel durch die existierenden Kanäle der technischen Zusammenarbeit und des Clean Development Mechanisms (CDM) oder durch zusätzliche Investitionsprogramme. Zusätzlich könnten Entwicklungsländer als ersten Schritt sich zu nachhaltiger Entwicklung verpflichten oder Emissionsreduktionsziele annehmen, die gleichzeitig Emissionen begrenzen und wirtschaftliche Entwicklung erlauben.

Zusammenarbeit mit der Gruppe der 77 und China: Die Entwicklungsländer haben sich in den internationalen Verhandlungen zu einer festen Gruppe, die G77, zusammengeschlossen, obwohl die Interessen der einzelnen Mitglieder der Gruppe sehr unterschiedlich sind. Staaten der G77, die in der Vergangenheit versucht hatten, freiwillig Verpflichtungen zu übernehmen, sind gescheitert, meist an der Opposition innerhalb der G77. Es erscheint daher unwahrscheinlich, dass *einzelne* Staaten der G77 Verpflichtungen übernehmen würden. Eine mögliche Lösung wäre es, der G77 ein Gesamtziel zu übertragen, dass dann innerhalb der Gruppe aufgeteilt wird.

Einteilung in Gruppen von Staaten selbst: In der Vergangenheit wurde oft von Seiten der Industrieländer der Ruf nach „wirksamer Beteiligung“ von Entwicklungsländern laut, ohne dass differenziert wurde, genau welche Länder handeln sollten. Indikatoren, die anzeigen würden, welche Länder Verpflichtungen übernehmen sollten, sind vorhanden (Emissionen, Emissionen pro BIP, BIP pro Kopf, Entwicklungsindices etc.), aber kein einzelner oder keine Kombination der Indices ist allgemein akzeptiert. Vergleichbare Daten könnten einen Prozess unterstützen in dem sich Staaten selbst in Gruppen einteilen, wie zum Beispiel „Bindende Ziele“, „Freiwillige nichtbindende Ziele“ und „Keine Ziele“. Ein solcher Prozess müsste die Struktur der G77 berücksichtigen. Anerkannte, öffentliche, vergleichbare Daten und politischer Druck könnten Länder dazu bewegen sich einer bestimmten Gruppe zuzuordnen.

Zulassen verschiedener Arten von Zielen: Viele verschiedenen Arten von Zielen stehen zu Verfügung. Unter 180 Staaten könnte es von Nöten sein, verschiedene Arten von Zielen zuzulassen, um die nationalen Gegebenheiten der einzelnen Staaten berücksichtigen zu können. Es wäre zum Beispiel möglich, dass in einem „Menu Ansatz“ (neu hinzukommende) Staaten sich eine Art von Ziel von einer Liste möglicher Ziele aussuchen könnten (z.B. absolute Emissionsreduktionsziele, Intensitätsziele, bestimmte Klimaschutzmassnahmen). Die Art der Verpflichtung ist nicht ausschlaggebend, solange die *Strenge* ausreichend ist.

Konzentration auf Ziele, die Emissionen begrenzen und Entwicklung begünstigen: Absolute Emissionsziele werden von Entwicklungsländern oft als eine Begrenzung des Wirtschaftswachstums angesehen. Intensitätsziele sollten eine solche Flexibilität erlauben, können aber ebenso strikt sein, wenn sie sehr hohe Reduktionen verlangen oder wenn Emissionen in Bereichen steigen, die wenig zum BIP beitragen. „Leistungsziele“, die dynamisch sind wie Intensitätsziele, werden aber

auf Aktivitätsdaten und nicht auf das BIP bezogen. Der Triptych-Ansatz erlaubt Wachstum in der Produktion, und limitiert Emissionen pro Produktionseinheit. Technologiestandards begrenzen ebenfalls nur spezifische Emissionen. Des weiteren konzentriert sich der Ansatz der nachhaltigen Entwicklung zunächst auf *Entwicklung* und nicht in erster Linie auf Klimaschutz und ist deshalb attraktiv.

Diskussion möglicher entgangener Stabilisierungsoptionen: Falls maximale Konzentrationsniveaus wie 450 oder 550 ppmv CO₂ oder Maximalwerte für Klimaänderungen, wie 2°C Erderwärmung, nicht abgestimmt werden können, so könnte man eine Diskussion um das Thema führen: „Bei welchem Niveau globaler Emissionen in 2020 ist die Option bei 450 ppmv zu stabilisieren außer Reichweite?“. Antworten auf diese Frage könnten zu einem mittelfristigen Zwischenziel für globale Emissionen führen, von dem aus verschiedene Konzentrationsniveaus erreicht werden können.

Ziele anderer Staaten beurteilen können: Formal könnten zukünftige Verpflichtungen auf mindestens zwei Arten zustande kommen: Staaten tragen konkrete Ziele vor, alle Staaten beurteilen die Ziele der anderen und starten Verhandlungen. Als Alternative könnte ein(e) Vorsitzende(r) Ziele für die einzelnen Staaten vorschlagen, basierend auf einem wissenschaftlichen, transparenten System. Dieser Vorschlag würde in den anschließenden Verhandlungen den einzelnen nationalen Unterschieden angepasst. In beiden Fällen müssen Länder die Ziele anderer Länder beurteilen können. Regierungen, die die Vorsitzende / den Vorsitzenden stellen, müssen in der Lage sein einen solchen wissenschaftliche transparenten Vorschlag zu machen.

Eine Einigung auf zukünftige Verpflichtungen in den internationalen Klimaverhandlungen ist keine einfache Aufgabe. Es liegen jedoch mehrere potenzielle Ansätze vor und es scheint möglich, aus einer Mischung verschiedener Ansätze einen Kompromiss zu bilden. Zum jetzigen Zeitpunkt besteht jedoch zunächst ein großer Informations- und Diskussionsbedarf auf der wissenschaftlichen wie auch auf der politischen Ebene. Es ist im Sinne der Autoren wenn diese Studie zu einer solchen Diskussion beiträgt.