

De totstandkoming van deze ISS Education Kit was alleen mogelijk door de gezamenlijke inzet van heel veel mensen. We willen iedereen bedanken die heeft bijgedragen door het leveren van inhoud, commentaar, het vertalen, het ontwerpen, uitgeven en drukken van het eindproduct. Het idee om de huidige ISS Education Kit te ontwerpen kwam voort uit de vruchtbare bespreking met onze collega's van UNESCO, voornamelijk Yolanda Berenguer, die we willen bedanken.

De Kit zou niet mogelijk geweest zijn zonder de volledige toewijding van Solveig Pettersen, die zorgde voor het essentiële didactische inzicht en de inhoud.

Een groep van 20 onderwijzers verspreid over heel Europa meldde zich vrijwillig aan om recensent te worden tijdens de ontwikkeling van de proefversie. De proefversie werd ter beoordeling naar 800 leraren in heel Europa verstuurd. Zij hebben niet alleen opbouwende kritiek geleverd, maar tevens nuttige informatie verschaft betreffende het didactisch materiaal en de referenties.

Alle technische en wetenschappelijke informatie over het Internationaal Ruimtestation (ISS) is het resultaat van vele interviews met de specialisten van het ISS programma van het Europees Ruimte Agentschap (ESA), met inbegrip van enkele astronauten van het 'European Astronaut Corps'. We danken hen voor hun tijd en hun toewijding bij het op eenvoudige wijze uitleggen van wat vaak een heel ingewikkeld onderwerp is.

Onze speciale dank gaat uit naar Alan Lothian: de schrijver die erin slaagde de interviews met de specialisten en zijn eigen kennis om te zetten in een tekst waarvan we menen dat die niet enkel goed te begrijpen is, maar tevens aangenaam leesbaar.

Onze speciale dank voor de correctie van de Nederlandse versie gaat uit naar Kees-Jan Waterman.

Tot slot zouden we de aanmoediging van het Education and Outreach Office van ESA willen vermelden en de onmisbare steun die we voor het uitvoeren van de Kit ontvingen van Jörg Feustel-Büechl, ESA Directeur Bemande Ruimtevaart.

Het ISS Education Kit
Projectteam

Didactici:

Carl Angell, Universiteit van Oslo, Noorwegen.
Anne Brumfitt, Europees Ruimte Agentschap, ESTEC, Nederland.
Susan Burr, Kyle Academy, Ayr, Verenigd Koninkrijk.
Alistair Crawford, Morfa Junior School, Llanelli, Verenigd Koninkrijk.
John Dietrichson, St.Sunniva skole, Oslo, Noorwegen.
Marie-France Duval, Observatoire de Marseille, Frankrijk.
Roger Eide, Arjängs Gymnasieskola, Arjang, Zweden.
Colin Evans, Halfway Primary School, Llanelli, Verenigd Koninkrijk.
Leonarda Fucili, Mordini Comprehensive School, Rome, Italië.
Gracyna Generowicz, Gimnazjum No 1, Kalisz, Polen.
Rupert Genseberger, OSB-Amsterdam/Universiteit van Utrecht, Nederland.
Bob Kibble, University of Edinburgh, Verenigd Koninkrijk.
Birgitte Moltubakk, St.Sunniva skole, Oslo, Noorwegen.
Johanne Patry, École Secondaire Vaudreuil, Québec, Canada.
Cristina Silvia Hansen Ruiz, Departamento of Didacticas es, La Orotara, Spanje.
Phil Smith, University of Exeter, Exeter, Verenigd Koninkrijk.
Torgunn Solberg, Sydskoegen barneskole, Slemmestad, Noorwegen.
Henk Stroo, Freelancer, Amsterdam, Nederland.
Rosita Suenson, Europees Ruimte Agentschap, ESTEC, Nederland.
Per Torbo, Norwegian Spacecentre, Oslo, Noorwegen.

ESA Specialisten:

William Carey
Bob Chesson
Benny Elmann-Larsen
Marc Heppener
Scott Hovland
David John Jarvis
Christophe A. Lasseur
Olivier Minster
Jan Persson
Amanda Regan-Hallett
Mats Rieschel
Alexander Rodriguez
Rolf Schulze
David Sunderland
Adrian Tighe

En: Knut Robert Fossum, NTNU, Vakgroep Biologie - The Plant Bio Centre, Noorwegen

De Europese astronauten:

Jean-Francois Clervoy
Pedro Duque
Umberto Guidoni
Ulf Merbold
Wubbo Ockels

Schrijvers:

Stuart Clark
Sylvie IJsselstein
Alan Lothian
Solveig Pettersen
Amanda Regan-Hallett
Alexander Rodriguez

Afbeeldingen:

ESA, NASA, CSA, IMAX, D. Ducros, A. Kok, N. Vandewalle, NTNU Vakgroep Plantkunde, Planten Biocentrum (Trondheim, Noorwegen), P. Chaudhari, IBM, D. Camel M. D. Dupouy, ESA TOS-MMG

Projectteam van de ISS Education Kit:

Barbara ten Berge
Elena Grifoni
Sylvie IJsselstein
Solveig Pettersen
Barber Uijl

Redacteur Nederlandse versie
Kees-Jan Waterman

BR-194, The International Space Station Education Kit

Gepubliceerd door: ESA Publications Division
ESTEC, Keplerlaan 1, 2200 AZ Noordwijk, Nederland
Telefoon (+31)71 565 3400, Fax (+31)71 565 5433

Auteurs: Alan Lothian, Solveig Pettersen
Redacteur: Barbara Warmbein
Ontwerp & Layout: Eva Ekstrand

Copyright: © 2003 European Space Agency
ISBN 92-9092-758-8
ISSN 0250-1589

Gedrukt in Nederland

ESA Educatieve webpagina's: www.esa.int/education
Educatie webpagina's, bemande ruimtevaart: www.esa.int/spaceflight/education
www.dictionary.com
www.space.gc.ca/asc/eng/csa_sectors/human_pre/iss/canadarm/canadarm.asp

Hoofdstuk 1

Het Internationaal Ruimtestation: www.esa.int/export/esaHS/iss.html
Andere ruimtevaartorganisaties:
www.esa.int/export/esaHS/ESAGREoVMOC_index_o.html
Europese deelname: www.esa.int/export/esaHS/isselements.html
Cupola: www.esa.int/export/esaHS/ESA65KoVMOC_iss_o.html
DSM-R: www.esa.int/export/esaHS/ESAOXXoVMOC_iss_o.html
Europese Robotarm: www.esa.int/export/esaHS/ESAQEIoVMOC_iss_o.html
Kid Space (CSA): www.space.gc.ca/kidspace/
Ondersteunende en Operationele Centra:
www.esa.int/export/esaHS/ESA1WJoVMOC_iss_o.html

1.1

Onderzoek in de ruimte: www.esa.int/export/esaHS/research.html
Columbus laboratorium: www.esa.int/export/esaHS/ESAAYIoVMOC_iss_o.html
Columbus laboratorium, feiten, met een link naar onderzoeksfaciliteiten in het Columbus laboratorium: www.esa.int/export/esaHS/ESAFRGoVMOC_iss_o.html
Biolab: www.esa.int/export/esaHS/ESA8EGoVMOC_iss_o.html
www.plantebiosenteret.no

1.2

Waar bevindt zich het ISS:

Waar bevindt zich het ISS: www.esa.int/seeiss
Zie het ISS vanuit je woonplaats (info):
www.esa.int/export/esaHS/ESAo16KE43D_index_o.html
Waar bevindt zich het ISS? – wereldkaart (NASA):
www.spaceflight.nasa.gov/realdata/tracking/index.html
Kan ik het ISS zien vanuit mijn achtertuin? (NASA):
www.spaceflight.nasa.gov/realdata/sightings/index.html

Meer info over banen:

Banen: www.esa.int/export/esaCP/ESA1o4MBAMC_FeatureWeek_o.html
Banen: www.esa.int/export/esaLA/ASEHQO14HNC_launchers_o.html
Interactief programma over satellieten in baan:
www.esa.int/export/esaCP/ESAC8Z1VMOC_FeatureWeek_o.html
Schiet een kanonbal in een baan (NASA): <http://spaceplace.jpl.nasa.gov/orbits1.htm>
Animatiebanen (CNES – in het Frans):
www.cnes.fr/cnes-edu/sommaire/passion/espace/quittons/circuler/welcome.htm

Planeten/Astronomie:

Planeten en planeetstelsels: www.esa.int/export/esaCP/ESAYIXNED2D_index_o.html
http://www.esa.int/export/esaCP/ESAG3VG18ZC_index_o.html
De ESA/ESO Astronomie Oefenseries (Onderwijsmateriaal): www.astroex.org/
Wetenschappelijke woordenlijst: <http://sci2.esa.int/glossary/>
Onderwerpen over de ruimte: <http://sci.esa.int/home/spacetopics/>

Satellieten:

Eduspace (Onderwijsmateriaal – observatie van de Aarde): www.eduspace.esa.int/

Meteorologie (Onderwijsmateriaal – MSG-satelliet):

www.esa.int/export/esaCP/ESASW5OED2D_index_o.html

Observatie van de Aarde: www.esa.int/export/esaSA/earth.html

Navigatie en Telecommunicatie: www.esa.int/export/esaSA/

Satellieten: www.esa.int/export/esaCP/ESAN2VG18ZC_index_o.html

Satellieten: www.esa.int/export/esaCP/ESA7UXNED2D_index_2.html

1.3

Bemande ruimtevaart: <http://www.esa.int/export/esaHS/>

Het Internationaal Ruimtestation:

http://www.esa.int/export/esaHS/ESA6NEoVMOC_iss_o.html

Europese partners: http://www.esa.int/export/esaHS/ESA0241VMOC_iss_o.html

Carrières in de ruimte (CSA): http://www.space.gc.ca/asc/pdf/educator-careers_space.pdf

Carrières in de ruimte-industrie (CSA):

http://www.space.gc.ca/asc/pdf/educator-job_space.pdf

1.4

Bemande ruimtevaart: <http://www.esa.int/export/esaHS/>

Over het Internationaal Ruimtestation:

http://www.esa.int/export/esaHS/ESA6NEoVMOC_iss_o.html

Europese deelname: <http://www.esa.int/export/esaHS/isselements.html>

MELFI: http://www.esa.int/export/esaHS/ESAJVCF18ZC_index_o.html

Cryosystem: http://www.esa.int/export/esaHS/ESABHPVTYWC_index_o.html

Microgravity Science Glovebox:

http://www.esa.int/export/esaHS/ESAUEQVTYWC_index_o.html

Controle Centra: http://www.esa.int/export/esaHS/ESA0YJoVMOC_iss_o.html

Deelnemende landen: <http://www.esa.int/export/esaHS/partstates.html>

Europese Ruimtevaart Agentschap (European Space Agency, ESA): www.esa.int

Andere ruimtevaartorganisaties:

http://www.esa.int/export/esaHS/ESAGREoVMOC_index_o.html

Odissea missie: http://www.esa.int/export/esaHS/ESAZ9576K3D_astronauts_o.html

Astronauten: <http://www.esa.int/export/esaHS/astronauts.html>

Hoofdstuk 2

Huidige situatie: www.esa.int/export/esaHS/ESA12XoVMOC_iss_o.html

Fases in het samenstellen (CSA):

www.space.gc.ca/csa_sectors/human_presence/iss/assembly/default.asp

Node 2: http://www.esa.int/export/esaHS/ESAWELoVMOC_iss_o.html

Node 3: http://www.esa.int/export/esaHS/ESAFQLoVMOC_iss_o.html

Canadarm2:

www.space.gc.ca/asc/eng/csa_sectors/human_pre/iss/canadarm2/canadarm2.asp

2.1

Rakettechnologie (Docentenboek):

www.esa.int/export/esaCP/ESAOMFG18ZC_index_o.html

ATV: http://www.esa.int/export/esaHS/ESA4ZJoVMOC_iss_o.html

Leren leven met de bewegingswetten:

www.esa.int/export/esaHS/ESABYUoVMOC_astronauts_o.html

Lanceertoestellen:

Lanceertoestellen: www.esa.int/export/esaLA/index.html

Actie en reactie: www.esa.int/export/esaCP/ESA1NFG18ZC_index_2.html

Groene brandstof voor de voortstuwing in de ruimte:

www.esa.int/export/esaCP/ESAM1tpz9nc_index_2.html

Hoe werken lanceertoestellen?

www.esa.int/export/esaLA/ASEDIUoTCNC_launchers_2.html

Over de juiste banen rond de Aarde:

www.esa.int/export/esaCP/ESA6YFG18ZC_index_2.html

Raketten: www.esa.int/export/esaCP/ESAVPXNED2D_index-2.html

Wat is een lanceerraket?: www.esa.int/export/esaLA/ASEZHUoTCNC_launchers_2.html

Met drie trappen de ruimte in: www.esa.int/export/esaCP/ESAMPFG18ZC_index_2.html

2.2

Ruimtwandelingen: www.esa.int/export/esaHS/GGGMo4JPEIC_astronauts_o.html

Europese astronauten: www.esa.int/export/esaHS/astronauts.html

EVA (NASA): www.spaceflight.nasa.gov/station/eva/index.html

EVA (NASDA): http://spaceboy.nasda.go.jp/note/yujin/e/yuj101_eva_e.html

Ruimtepakken (NASDA): http://spaceboy.nasda.go.jp/note/yujin/e/yuj108_suits_e.html

Ruimtepakken (NASA): <http://www.jsc.nasa.gov/programs/exhibits/suits.html>

2.3

Feiten over de Europese Robotarm:

http://www.esa.int/export/esaHS/ESAQEIoVMOC_iss_o.html

Feiten over Cupola:

http://www.esa.int/export/esaHS/ESA65KoVMOC_iss_o.html

Canadarm2:

www.space.gc.ca/asc/eng/csa_sectors/human_pre/iss/canadarm2/canadarm2.asp

Geschiedenis van robotten (CSA): http://www.space.gc.ca/asc/pdf/educator-story_robot.pdf

Inleiding op robotten en automatische systemen (CSA):

http://www.space.gc.ca/asc/pdf/educator-robot_edu.pdf

Hoofdstuk 3

Europese astronauten: www.esa.int/export/esaHS/astronauts.html

Leven in de ruimte: www.esa.int/export/esaHS/ESAGO9oVMOC_astronauts_o.html

Dagelijks leven: www.esa.int/export/esaHS/ESAH1VoVMOC_astronauts_o.html

Leren leven met de bewegingswetten:

www.esa.int/export/esaHS/ESABYUoVMOC_astronauts_o.html

3.1

Odissea missie: www.esa.int/export/esaMI/Odissea_Mission_ENGLISH/

Leven in de ruimte: www.esa.int/export/esaHS/ESAGO9oVMOC_astronauts_o.html

Leren leven met de bewegingswetten:

www.esa.int/export/esaHS/ESABYUoVMOC_astronauts_o.html

Dagelijks leven: www.esa.int/export/esaHS/ESAH1VoVMOC_astronauts_o.html

Leven in het ISS (Bronnen voor onderwijzers, CSA):

www.space.gc.ca/kidspage/1-edu_res/resources/all/default.asp

Leven in de ruimte (NASA): www.spaceflight.nasa.gov/living/index.html

3.2

Leven in de ruimte: www.esa.int/export/esaHS/ESAGO9oVMOC_astronauts_o.html

Leren leven met de bewegingswetten:

www.esa.int/export/esaHS/ESABYUoVMOC_astronauts_o.html

Dagelijks leven: www.esa.int/export/esaHS/ESAH1VoVMOC_astronauts_o.html

Leven op het ISS (Bronnen voor onderwijzers, CSA):

www.space.gc.ca/kidspage/1-edu_res/resources/all/default.asp

Leven en werken in het ISS:

http://www.space.gc.ca/kidspage/1-edu_res/resources/kindergarten/default.asp

Leven in de ruimte (NASA): www.spaceflight.nasa.gov/living/index.html

3.3

Recycling van water (MELISSA project):

<http://www.estec.esa.nl/ecls/waterrecycling.html>

http://www.esa.int/export/esaCP/ESAMEHG18ZC_Improving_o.html

http://www.esa.int/export/esaCP/ESA4QGZ84UC_Improving_o.html

http://www.esa.int/export/esaCP/ESA9CVoVMOC_Life_o.html

Water in het ruimtestation: <http://spaceflight.nasa.gov/living/factsheets/water.html>

Levensondersteunende Systemen in het Internationaal Ruimtestation (NASA):

<http://www.msfc.nasa.gov/NEWMsFC/eclss.html>

Waterzuivering (NASA):

<http://spacelink.nasa.gov/Instructional.Materials/NASA.Educational.Products/International.Space.Station.Clean.Water/Water.Purification.for.the.ISS.pdf>

2003 Internationaal Jaar van zuiver water (UNESCO):

http://www.wateryear2003.org/ev.php?URL_ID=1456&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201/

Hoofdstuk 4

Onderzoek in de ruimte: www.esa.int/export/esaHS/research.html

Gebruiksondersteunende en Operationele Centra:

www.esa.int/export/esaHS/ESA1WJoVMOC_iss_o.html

4.1

Gewichtloosheid:

Gewichtloosheid: www.spaceflight.esa.int/users/materials

Gewichtloos in de ruimte: www.esa.int/export/esaCP/ESAB2VG18ZC_index_o.html

Zwaartekracht: www.esa.int/export/esaCP/ESA4KXNED2D_index_2.html

Microzwaartekracht (NASA):

<http://spacelink.nasa.gov/Instructional.Materials/Curriculum.Support/Physical.Science/Microgravity/>

Banen (animatie – gewichtloosheid):

www.esa.int/export/esaCP/ESA104MBAMC_FeatureWeek_o.html

Schiet een kanonbal in een baan (NASA): <http://spaceplace.jpl.nasa.gov/orbits1.htm>

Animatiebanen (CNES – in het Frans): [www.cnes.fr/cnes-](http://www.cnes.fr/cnes-edu/sommaire/passion/espace/quittons/circuler/welcome.htm)

[edu/sommaire/passion/espace/quittons/circuler/welcome.htm](http://www.cnes.fr/cnes-edu/sommaire/passion/espace/quittons/circuler/welcome.htm)

Paraboolvluchten en onderzoeksraketten:

ESA Paraboolvluchten: www.spaceflight.esa.int/users/file.cfm?filename=miss-paraf

ESA Paraboolvluchten voor studenten: www.estec.esa.nl/outreach/parabollic/

Zwevende studenten aan het werk:

www.esa.int/export/esaHS/ESAFDMPV16D_index_o.html

Onderzoeksraketten: www.esa.int/export/esaHS/ESATRRVRXLC_research_o.html

4.2

Onderzoek in de ruimte: www.esa.int/export/esaHS/research.html
 Voordelen van wetenschappelijk onderzoek in het ISS (CSA):
www.space.gc.ca/csa_sectors/human_presence/iss/science/default.asp

Ruimteonderzoek (NASA): <http://spaceresearch.nasa.gov/>
 Leven in de ruimte – met een link naar werken (NASA):
www.spaceflight.nasa.gov/living/index.html
 Biolab: www.esa.int/export/esaHS/ESA8EGoVMOC_iss_o.html
 Microgravity Science Glovebox:
www.esa.int/export/esaHS/ESAUEQVTYWC_research_o.html
 Experimenten op missie van Frank De Winne;
www.esa.int/export/esaMI/Odissea_Mission_ENGLISH/ESAOJ176K3D_o.html
 Schuimexperimenten: www.tn.utwente.nl/wsl/research/Foams/foam_research.htm

4.3

Tuinen in de ruimte: http://www.esa.int/export/esaHS/ESA93GG18ZC_research_o.html
 Artikelen over planten in de Ruimte (NASA):
http://www.nasaexplores.com/search_nav_k_4.php?id=01-048&gl=k4
http://www.nasaexplores.com/search_nav_9_12.php?id=03-002&gl=912
http://www.nasaexplores.com/search_nav_5_8.php?id=03-014&gl=58
http://www.nasaexplores.com/search_nav_5_8.php?id=02-042&gl=58
<http://liftoff.msfc.nasa.gov/news/2003/news-plants.asp>
 Onderzoek op planten in de ruimte (NASA):
<http://spacelink.nasa.gov/products/Investigating.Plants.in.Space/>
 Planten kunnen recyclen:
http://nasaexplores.nasa.gov/show_912_teacher_st.php?id=030109113549
 Plantenhouders: http://www.ntnu.no/gemini/2001-05/30_1.htm
http://www.nasaexplores.com/show_58_teacher_st.php?id=030109112217

4.4

Materials Exposure and Degradation Experiment (MEDET):
<http://www.cnes.fr/>
<http://www.onera.fr/>
<http://www.soton.ac.uk/>
<http://www.estec.esa.nl/>
 Wetenschappen met betrekking tot materie in de ruimte:
<http://www.spaceflight.esa.int/users/materials/index.html>
 Onderzoek in de ruimte:
http://www.esa.int/export/esaHS/ESA6CToVMOC_research_o.html
 Innovatieve technologie:
http://www.esa.int/export/esaHS/ESAELPoVMOC_research_o.html
 Binnenin het Columbus laboratorium/ Laboratorium voor Wetenschappen met
 betrekking tot materie:
http://www.esa.int/export/esaHS/ESATZRoVMOC_iss_o.html
http://www.esa.int/export/esaHS/ESA2HToVMOC_iss_o.html
 Columbus/ externe vrachten:
http://www.esa.int/export/esaHS/ESAAYIoVMOC_iss_o.html

Hoofdstuk 5

De toekomst: www.esa.int/export/esaHS/future.html

De toekomst van de bemande ruimtevaart:

www.esa.int/export/esaCP/GGGUPPD3KCC_Life_o.html

Druk:

Aschehoug og Gyldendals Lille Norske Leksikon, Kunnskapsforlaget, Oslo 2000. ISBN 82-573-0796-3

H.Bakalian, C.A. Caputo, E.M. Eiger et al.(eds.), Exploring the Universe, Prentice Hall, New Jersey 1993. ISBN 0-13-977331-2

P.E. Blackwood, J.A.Boesch, A.A. Carin et al., HBJ SCIENCE, Harcourt Brace Jovanovich, in samenwerking met het Science Museum,Orlando 1985. ISBN 0-15-365494-5

K. Bradshaw, M. Crowley, C. Jenner et al.(eds.), SCIENCE, Dorling Kindersley, London 2002. ISBN 0-7513 3981 4

G. Caprara and G. Reibaldi, SPAZIO Base Europa – Come Utilizzare Per La Terra La Stazione Spaziale Internazionale, Istituto Geografico De AGOSTINI S.p.A., In samenwerking met het Europese Ruimtevaart Agentschap, Novara 2001. ISBN 88-415-9545-0

N. Champion (ed.), Verdensrommet, Tiden Norsk Forlag A/S, 1992. ISBN 82-10-03520-7.

H. Cooper and N. Henbest, Damms store bok om universet – spennende oppgaver og forsøk som avslører universets hemmeligheter, N.W.Damm & Søn A.S.1995. ISBN 82-517-8045-4

Det kongelige kirke- utdannings- og forskningsdepartement, Læreplanverket for den 10-årige grunnskolen, Nasjonalt Læremiddelsenter, 1996. ISBN 82-7726-411-9

M.J.Dyson, Space Station Science – life in free fall, Scholastic, New York 1999. ISBN 0-590-05889-4

ESA BR-144, Columbus: Europe 's Laboratory on the International Space Station. ESA Publications Division, ESTEC, Noordwijk 1999. ISBN 92-9092-637-6

ESA SP-491, Proceedings Teach Space 2001 International Space Station Education Conference, ESA Publications Division, ESTEC, Noordwijk 2002. ISBN 92-9092-801-8

ESA SP-1251, Seibert, G. et al, A World Without Gravity - Research in Space for Health and Industrial Processes, ESA Publication Division, ESTEC, Noordwijk 2001. ISBN 92-9092-604-X

N.H.Fløttre, Mennesket i rommet, Univeristetsforlaget, in samenwerking met het Noorse Spacecentre, Oslo 1993. ISBN 82-00-21880-5

The International Space Station European Users Guide, UIC-ESA-UM-0001, ESA Directorate of Manned Spaceflight and Microgravity.

International Space Station takes Europe to new heights. ESA Communications, Paris 2001.

Space Station advances with European expertise. ESA Communications Office, Directorate of Manned Spaceflight and Microgravity, ESA, ESTEC, Noordwijk, 2002.

B. Thode and T. Thode "Microgravity: Earth and Space – An Educator's Guide with Activities in Technology, Science, and Mathematics Education ", Produced by the International Technology Education Association under NASA Grant NAG8-1546 (EG-2001-01-12-MSFC)