

HENRY

Hydraulic Engineering Repository

Ein Service der Bundesanstalt für Wasserbau

Conference Paper, Published Version

Becker, Bernhard; de Bruijn, Karin; Slager, Kymo

Und wenn der Regen woanders gefallen wäre? Das Waterbom-Experiment: Lernen vom Juli-Hochwasser 2021

Dresdner Wasserbauliche Mitteilungen

Zur Verfügung gestellt in Kooperation mit/Provided in Cooperation with:

Technische Universität Dresden, Institut für Wasserbau und technische Hydromechanik

Verfügbar unter/Available at: <https://hdl.handle.net/20.500.11970/108908>

Vorgeschlagene Zitierweise/Suggested citation:

Becker, Bernhard; de Bruijn, Karin; Slager, Kymo (2022): Und wenn der Regen woanders gefallen wäre? Das Waterbom-Experiment: Lernen vom Juli-Hochwasser 2021. In: Technische Universität Dresden, Institut für Wasserbau und technische Hydromechanik (Hg.): Nachhaltigkeit im Wasserbau - Umwelt, Transport, Energie. Dresdner Wasserbauliche Mitteilungen 68. Dresden: Technische Universität Dresden, Institut für Wasserbau und technische Hydromechanik. S. 17-26.

Standardnutzungsbedingungen/Terms of Use:

Die Dokumente in HENRY stehen unter der Creative Commons Lizenz CC BY 4.0, sofern keine abweichenden Nutzungsbedingungen getroffen wurden. Damit ist sowohl die kommerzielle Nutzung als auch das Teilen, die Weiterbearbeitung und Speicherung erlaubt. Das Verwenden und das Bearbeiten stehen unter der Bedingung der Namensnennung. Im Einzelfall kann eine restriktivere Lizenz gelten; dann gelten abweichend von den obigen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Documents in HENRY are made available under the Creative Commons License CC BY 4.0, if no other license is applicable. Under CC BY 4.0 commercial use and sharing, remixing, transforming, and building upon the material of the work is permitted. In some cases a different, more restrictive license may apply; if applicable the terms of the restrictive license will be binding.



Und wenn der Regen woanders gefallen wäre? Das Waterbom-Experiment: Lernen vom Juli-Hochwasser 2021

Bernhard Becker
Karin de Bruijn
Kymo Slager

Beim Juli-Hochwasser 2021 kamen die Niederlande vergleichsweise glimpflich davon: lediglich im südlichen Teil der Provinz Limburg traten schwere Überflutungen auf. Was aber wäre passiert, wenn der Regen weiter nördlich gefallen wäre? Um aus dem Juli-Hochwasser zu lernen, wurde das sogenannte Waterbom-Experiment ausgeführt. Grundidee des Experiments ist es, den Niederschlag vom Juli 2021 ähnlich wie eine Wasserbombe (niederl. „waterbom“, ein mit Wasser gefüllter Luftballon) über den Niederlanden „fallen zu lassen“. Die Auswirkungen werden dann mit Hilfe von einfachen Wasserbilanzen sowie hydrologischen und hydrodynamischen Modellen analysiert. Im ungünstigen Fall wäre die Hälfte der Niederlande betroffen gewesen. Die verfügbaren Katastrophenschutzkräfte hätten vermutlich nicht ausgereicht, da sie an mehreren Orten gleichzeitig und über einen langen Zeitraum (Wochen) benötigt worden wären. Der wirtschaftliche Schaden hätte die Grenze von einer Milliarde Euro überschritten, bei Deichbrüchen wären vermutlich auch Menschen ums Leben gekommen.

Lokal sind die Folgen eines solchen Niederschlagsereignisses je nach Gebietstyp unterschiedlich. In den Poldergebieten ist die Kapazität der Hauptentwässerungskanäle der kritische Faktor. Binnenschöpfwerke müssen zeitweise außer Betrieb genommen werden. Dadurch stehen weite Teile der Polder längere Zeit unter Wasser. Da keine hohen Fließgeschwindigkeiten auftreten, ist dies jedoch nicht lebensbedrohlich.

Im Hügelland konzentriert sich das Wasser schnell in Flüssen und Bächen. Abflussspitzen werden ungünstig zusammenfallen und es kommt zur Überströmung von Flussdeichen. Dies bringt das Risiko von Deichbrüchen mit sich. Damit ist eine Gefahr für Leib und Leben verbunden, was Evakuierungsmaßnahmen notwendig macht. Ohne

Deichbrücke werden die Überflutungen nur von kurzer Dauer und lokal sehr unterschiedlich ausfallen; die kritischen Gebiete sind bereits aus Hochwasserstudien und historischen Ereignissen bekannt. Kommt es zu Deichbrüchen, dann können die damit verbundenen Überflutungen mehrere Wochen bis hin zu Monaten andauern.

Das Waterbom-Experiment zeigt, dass sich Überflutungen bei sehr extremen Wetterverhältnissen nicht vermeiden lassen. Es gilt daher, sich auf derartige Ereignisse vorzubereiten, um Dauer der Überflutungen ihre Auswirkungen zu begrenzen. Hinsichtlich der Modelltechnik hat das Experiment aufgezeigt, dass die Anwendungsgrenzen einiger Modelle erreicht wurden.

Stichworte: Hochwasser, Flash Flood, Juli 2021, speedadvies, NL Alert

1 Einleitung, Grundidee des Experiments

Beim Juli-Hochwasser 2021 kamen die Niederlande vergleichsweise glimpflich davon: lediglich im südlichen Teil der Provinz Limburg traten schwere Überflutungen auf. Was aber wäre passiert, wenn der Regen weiter nördlich in den Niederlanden gefallen wäre? Um aus dem Juli-Hochwasser zu lernen, wurde das sogenannte Waterbom-Experiment ausgeführt (de Bruijn & Slager 2022). Grundidee des Waterbom-Experiments ist es, den Niederschlag vom Juli 2021 virtuell ähnlich wie eine Wasserbombe (niederl.: waterbom, ein mit Wasser gefüllter Luftballon) über den Niederlanden fallen zu lassen (Abbildung 1:). Die Auswirkungen werden dann mit Hilfe von einfachen Wasserbilanzen sowie hydrologischen und hydrodynamischen Modellen analysiert.

Eine virtuelle Verschiebung impliziert, dass sich dem Ereignis vom Juli 2021 vergleichbare meteorologische Konstellation auch woanders bilden kann. Das Niederschlagsereignis vom Juli 2021 betraf die Ardennen, Eifel und Süd-Limburg. Es lagen in dieser Mittelgebirgsregion zu dieser Zeit besondere meteorologische Umstände vor. In den Tieflandgebieten der Niederlande können sich diese Bedingungen so nicht ausbilden. Wohl sind andere meteorologische Konstellationen denkbar, die ein hinsichtlich Intensität, zeitlichem Verlauf und räumlicher Ausdehnung vergleichbares oder noch extremeres Szenario bewirken können (de Bruijn & Slager 2022).

Das Waterbom-Experiment wurde nach dem Vorbild eines Hackathon von einem Team aus zwölf Fachleuten in intensiver Arbeit von drei Tagen ausgeführt. Für Überblicksanalysen wurden einfache Wasserbilanzen aufgestellt und GIS-Werkzeuge eingesetzt. Für Detailanalysen wurden bereits vorhandene hydrologische und hydraulische Modelle und operative Vorhersagesysteme verwendet. Darüber hinaus wurde auf Expertenwissen und Literatur zurückgegriffen.



Abbildung 1: Idee des Waterbom-Experiments. Das Niederschlagsereignis vom Juli 2021 wird gedanklich auf der Landkarte verschoben

2 Ergebnisse des Waterbom-Experiments

2.1 Modellrechnungen

Die Niederlande lassen sich aus hydrologischer Sicht einteilen in Poldergebiete ohne natürliche Vorflut und Gebiete mit natürlicher Vorflut.

Abbildung 2: zeigt das Ergebnis einer einfachen Wasserbilanzrechnung für einen Standardpolder. Bilanzgrößen sind der Niederschlag, hier entsprechend dem Niederschlagsereignis vom Juli 2021 200 mm verteilt auf drei

Tage; Verdunstung, Qualmwasser, Speicherung in Boden und Oberflächen-
gewässern sowie die Pumpaktivität mit einer Kapazität von 20 mm/d.

Da anfangs wesentlich mehr Niederschlag fällt als abgepumpt wird, steigt ein gedanklicher „Wasserstand über Gelände“ (niederl.: waterschijf) in den ersten drei Tagen unter der idealisierten Annahme einer gleichmäßige Verteilung auf 114 mm an. Fließt das das Wasser in tiefer liegenden Stellen und konzentriert sich auf 25 % der Fläche, ergäbe sich ein Wasserstand von 45 cm, bei einer Konzentration des Wassers auf 10 % der Fläche würde das Wasser sogar etwa einen Meter hoch anstehen.

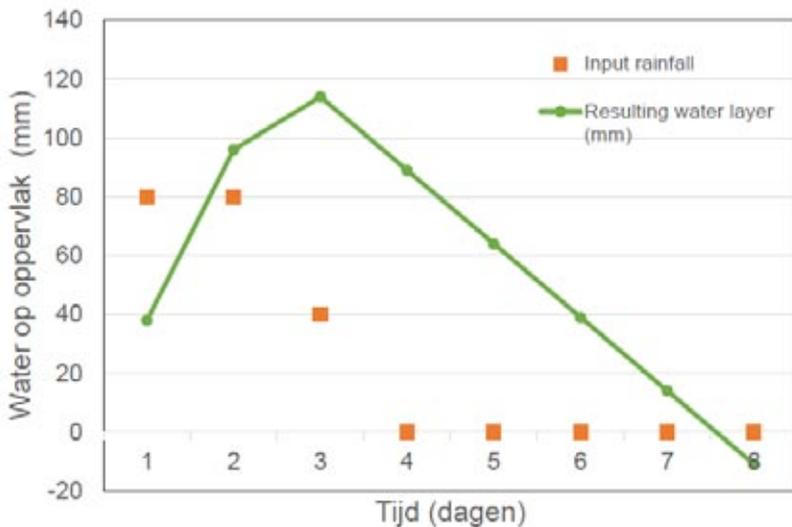


Abbildung 2: Wasserbilanzanalyse Standardpolder

Wie sich das Wasser in einem Polder tatsächlich verteilen kann, veranschaulicht Abbildung 3:. Mit Hilfe eines GIS und der Goolge-Earth-Engine wurde der Niederschlag auf den Harlemermeerpolder projiziert und mit einem Digitalem Geländemodell verschnitten. Wasser bleibt vor allem auf Wiesen und Äckern und in den Gräben stehen.

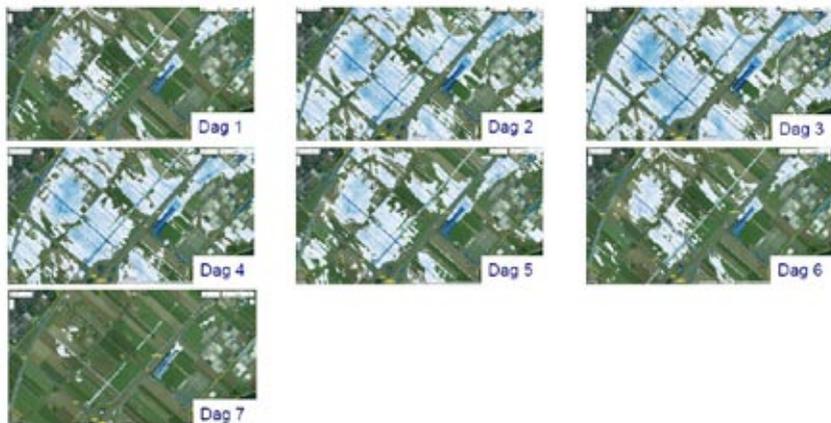


Abbildung 3: Darstellung möglicher Überflutungen im Harlemmermeerpolder infolge von Starkregen

Die Überflutungen würden mindestens fünf Tage andauern, wenn die Schöpfwerke mit voller Leistung arbeiten. Großer landwirtschaftlicher Schaden ist zu erwarten, Straßen sind wegen Überflutung zeitweise nicht benutzbar, darüber hinaus kann es wegen Durchfeuchtung zu Stabilitätsproblemen kommen. Der im Harlemmermeerpolder gelegene Flughafen Amsterdam-Schiphol würde möglicherweise nicht nutzbar sein.

In Poldergebieten ist neben den Schöpfwerken die Kapazität der Hauptentwässerungskanäle, die das Wasser dem Fluss oder dem Meer zuleiten, ein weiterer begrenzender Faktor. Unter Bedingungen wie im Juli 2021 wären die Wasserstände in diesen Kanälen wesentlich höher als unter Normalbedingungen. Abbildung 4: zeigt eine hydraulische Berechnung für eine Messstelle in einem Hauptentwässerungskanal, erstellt mit Hilfe des operativen Vorhersagesystems FEWS Noorderzijvest (Becker u. a. 2021). Der für Juli-2021-Bedingungen berechnete Wasserstand liegt deutlich höher als die entsprechenden Messwerte, die während des extremen Starkniederschlagsereignisses 2012 aufgezeichnet wurden. Mit derartigen Wasserständen sind Böschungen der Kanäle höheren Belastungen ausgesetzt, und es besteht die Gefahr der Überströmung. Damit der Wasserstand im Hauptentwässerungskanal nicht zu hoch wird, können Zubringerschöpfwerke zeitweise ausgesetzt werden. Damit verbleibt dann allerdings mehr Wasser im Polder, was mit Überflutungen einher gehen kann.

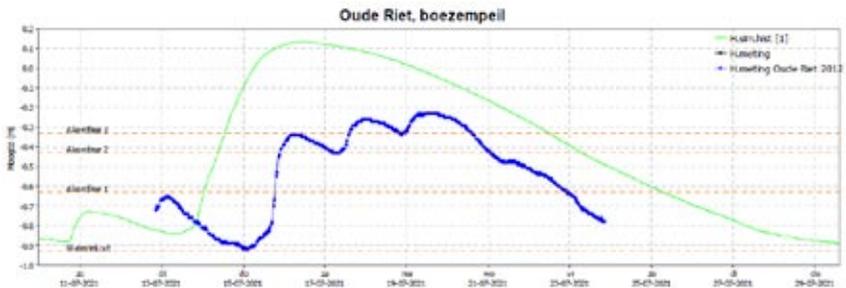


Abbildung 4: Ergebnis einer hydraulischen Modellrechnung (H.sim.hist) und Messwerte aus dem Jahr 2012 (H.meting Oude Riet 2012)

In Gebieten mit natürlicher Vorflut sind vor allem Gebiete entlang der größeren Bäche und Flüsse überflutungsgefährdet. Anders als bei den Hochwässern an den großen Flüssen Maas und Rhein steigt das Wasser bei großflächigem Starkniederschlag schnell und plötzlich an. Eine besondere Gefahr geht vom Zusammenfallen von Abflussspitzen aus und Rückstauereffekten der größeren Flüsse aus.

Viele Deiche sind auf ein Hochwasser mit Wiederkehrintervall von 100 Jahren bemessen. Das Ereignis Juli 2021 hat dieses Schutzniveau weit übertrafen. Deichbrüche sind daher wahrscheinlich. Damit ist eine Gefahr für Leib und Leben verbunden, was Evakuierungsmaßnahmen im Vorfeld notwendig macht. Kommt es zu Deichbrüchen, dann können die damit verbundenen Überflutungen mehrere Wochen bis hin zu Monaten andauern.

Kritische Punkte in Gebieten mit natürlicher Vorflut sind insbesondere Brücken und Engstellen. So wurden während des Hochwasserereignisses im Juli 2021 in der Stadt Valkenburg tatsächlich mehrere Brücken im Zentrum der Stadt zerstört.

2.2 Bedeutung auf nationaler Ebene

Eine Besonderheit des Juli-Niederschlagsereignisses 2021 war seine große räumliche Ausdehnung. Würde ein solches Niederschlagsereignis auf dem Gebiet der Niederlande abregnen, wären im ungünstigen Fall die Hälfte des Landes betroffen sein. Die verfügbaren Katastrophenschutzkräfte würden voraussichtlich nicht ausreichen, da sie an mehreren Orten gleichzeitig und über einen langen Zeitraum (Wochen) benötigt werden würden.

Schöpfwerke in den Poldergebieten müssten unter Volllast betrieben werden. Bei einer so großen räumlichen Ausdehnung ist die Wahrscheinlichkeit

eines Stromausfalls relativ groß. Kommunikationsverbindungen und Transportverbindungen, die zur Behebung von Störungen und Einrichtung von Notfallkapazitäten erforderlich sind (z. B. mobile Pumpen mit Verbrennungsmotoren) stehen möglicherweise nicht zur Verfügung.

Nach einer ersten Einschätzung würde der wirtschaftliche Schaden die Grenze von einer Milliarde Euro überschreiten, bei Deichbrüchen könnten auch Menschen ums Leben kommen.

2.3 Modelle und operative Systeme

Die Durchführung des Experiments als Hackathon hat gezeigt, dass die verfügbaren Modelle und operative Systeme einsatzbereit und nutzbar sind. In den Niederlanden wird dazu, ähnlich wie bei einer Feuerwehr, ein Bereitschaftsdienst aus Experten vorgehalten, um im Katastrophenfall schnell auf Fachwissen und Modelle zurückgreifen zu können (Becker 2012).

Mit dem besonders hohen Niederschlag wurden bei einigen Modellen die hydraulischen Anwendungsgrenzen erreicht. Die Modelle lieferten teilweise Wasserstände, bei denen es in der Realität zu Ausuferungen und Überflutungen und Deichbrüchen kommen würde. In vielen 1D-Modellen ist dies bisher nicht vorgesehen. In solchen Fällen können die Modellergebnisse dann nicht mehr zur detaillierten Planung herangezogen werden, für die Identifikation von Problembereichen sind sie aber dennoch sehr hilfreich.

3 Handlungsempfehlungen

Ein extremes Ereignis, wie es im Juli 2021 aufgetreten ist, belastet die Hochwasserschutzbauwerke weit über ihre Bemessungswerte hinaus. Es ist nicht möglich, sich vor einem derartigen Hochwasser vollständig zu schützen. Wichtig ist es daher, dafür zu sorgen, dass sich ein solches Hochwasser nicht zu einer Katastrophe entwickelt. Dafür sind entsprechende Vorbereitungen zu treffen. Aus dem Waterbom-Experiment wurden dazu verschiedene Handlungsempfehlungen abgeleitet.

Zunächst sollten die bestehenden Vorhersage- und Monitoringsysteme verbessert werden. Die Systeme müssen so verbunden werden, dass sie ein globales Lagebild über Verwaltungsgrenzen hinweg liefern können, um die Priorisierung von Maßnahmen des Krisenmanagement auf nationa-

ler Ebene zu unterstützen. Abstimmungen und Informationsaustausch zwischen Verwaltungseinheiten müssen vorbereitet sein und geübt werden. Die Vorhersageparameter müssen besser als bisher auf die Bedürfnisse der Notfalleinsatzkräfte zugeschnitten sein („forecasting things right and forecasting the right things“). Derzeit beschränken sich die meisten Vorhersagesysteme auf Durchflüsse und Wasserstände für bestimmte Messstellen. Eine Erweiterung der Vorhersagemöglichkeiten um Überflutungen, die Möglichkeit, Deichbruchszenarien durchzuspielen, sowie die Darstellung von kritischer Infrastruktur wie Krankenhäuser, Stromversorgung, Straßen und Eisenbahnlinien ist zu empfehlen.

Warnungssysteme und Warnungsprotokolle müssen verbessert werden. Für Bürger und Institutionen muss klar sein, was bei extremen Wetterlagen zu tun ist. Dazu gehört zum Beispiel eine deutliche Unterscheidung von Unwetterwarnungen und Hochwasserwarnungen. Während bei einer Unwetterwarnung die erwartete Maßnahme ist, zu Hause zu bleiben, ist es bei einer Hochwasserwarnung unter Umständen erforderlich, die Wohnung zu verlassen oder sich zumindest in höhere Stockwerke zu begeben. Für operative Hochwasserschutzmaßnahmen wie Evakuierungen sind Protokolle (Drehbücher) zu entwerfen und Übungen durchzuführen. Die Erfahrungen aus Deutschland und Belgien aus dem Juli-Hochwasser 2021 sollten hier mit einfließen. So besteht zum Beispiel in den Niederlanden die Möglichkeit, Anwohner über Mobiltelefone zu warnen (NL-Alert, Ministerie van Justitie en Veiligheid 2016). Während des Hochwasserereignisses kam es in Deutschland jedoch stellenweise zu einem Ausfall der Mobilfunknetze. Für den Hochwasserfall ist es also auch wichtig, Warnungen über andere Informationskanäle ausgeben zu können.

Im Rahmen der vorbereitenden Hochwasserschutzplanung sollten Überregionale Stress-Tests ausgeführt werden, um Gebiete mit hohem Gefährdungspotenzial für Hochwasser infolge starken Niederschlags zu identifizieren, aber auch, um einen Eindruck über die Dauer, die Auswirkungen und die Folgen sowie mögliche Kaskadeneffekte aufgrund eines Ausfalls von kritischer Infrastruktur zu erhalten. Auch hier ist die internationale grenzüberschreitende Zusammenarbeit zu suchen. Während für die großen Flüsse Maas und Rhein bereits internationale Arbeitsgruppen eingerichtet wurden, ist die strukturelle Zusammenarbeit für die kleinen Fließgewässer wie zum Beispiel die Göhl (niederl.: Geul) oder die Ruhr (niederl.: Roer) noch im Aufbau. Eine Schwierigkeit besteht darin, dass die Nachbarländer in der

Regel andere regionale Schwerpunkte haben, eine Zusammenarbeit also für beide Seiten nicht unbedingt gleich wichtig ist.

Die Raumordnung muss stärker als bisher auf Schadensbegrenzung bei extremen Niederschlagsereignissen ausgerichtet werden. Das bedeutet, dass in Poldergebieten die tief liegenden Gebiete frei von Bebauung gehalten werden müssen. Krankenhäuser dürfen nicht durch Extremereignisse gefährdet sein, und allgemein ist angepasstes Bauen zu fördern oder sogar zu fordern. Dies gilt für Wohnbebauung, Industrie und Gewerbe, aber auch für kritische Infrastruktur wie zum Beispiel Transformatoren.

Kapazitäten für den Krisenfall sollten neu evaluiert werden. Dies bezieht sich nicht nur auf Kräfte des Katastrophenschutzes (Feuerwehr, Polizei, Militär), sondern auch auf den Wiederaufbau. Die Reparatur von kritischer Infrastruktur direkt nach dem Hochwasser kann zum Beispiel durch Rahmenverträge mit Unternehmen und Bereitlegen von Reservematerial vorbereitet werden.

Das Risikobewusstsein bei Bürgern, Unternehmern und Institutionen weiter zu entwickeln bleibt eine wichtige Aufgabe. Historisch bedingt ist die Gefahr des Hochwassers in den Niederlanden infolge mehrerer Sturmfluten (coastal flooding) und Flusshochwässer (fluvial flooding) durchaus präsent. Hochwasserereignisse infolge Starkniederschlags (pluvial flooding) sind bisher jedoch lokal begrenzt geblieben. Das Hochwasserereignisses vom Juli 2021 hat mit seiner großräumigen Ausdehnung und den Sturzfluten (flash flood) die Hochwassergefahr um eine weitere Dimension erweitert.

4 Literatur

- Becker, B. (2012): Schnell verfügbares Expertenwissen im Hochwasserfall (spoedadvies) am Beispiel des Januar-Hochwassers 2012 im Norden der Niederlande. Netzwerk Hochwasser / Workshop des HochwasserKompetenzCentrums e. V., 31.05.2012 in Rheinforum Wesseling.
- Becker, B.; Domhof, B.; van Heeringen, K.-J.; Talsma, J.; Knot, F.; Schenkel, J. (2021): Vorhersage- und modellbasierter Betrieb von küstennahen Schöpfwerken in den Niederlanden. 44. Dresdner Wasserbaukolloquium 04. – 05. März 2021, 2021 in Dresden.

de Bruijn, K.; Slager, K. (2022): Wat als „de waterbom“ elders in Nederland was gevallen? / Hackathon Deltares, november 2021. Deltares. Report 11206890-010-GEO-0006.

Ministerie van Justitie en Veiligheid (2016): NL-Alert - Crisis.nl. URL: <https://crisis.nl/nl-alert> (Aufruf: 15.05.2022).

Autoren:

Dr.-Ing. Bernhard Becker

dr. ir. Karin de Bruijn

dr. ir. Kymo Slager

Deltares

Boussinesqweg 1

2629 HV Delft

Niederlande

Tel.: +31 6 52416736 (B. Becker)

E-Mail: Bernhard.Becker@deltares.nl